

**PCT** WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>H04N 5/74, 9/31</b></p>	<b>A1</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/11062</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>4. März 1999 (04.03.99)</b></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/EP98/05403</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: <b>25. August 1998 (25.08.98)</b></p> <p>(30) Prioritätsdaten:                            197 37 374.7                   27. August 1997 (27.08.97)                   DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>LDT GMBH &amp; CO. LASER-DISPLAY-TECHNOLOGIE KG [DE/DE]; Carl-Zeiss-Strasse 2, D-07552 Gera (DE).</b></p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>HILLER, Klaus [DE/DE]; Am Fischer 21, D-07551 Gera (DE). VOGEL, Wolfgang [DE/DE]; Ebereschenstrasse 14/442, D-07747 Jena (DE). DETER, Christhard [DE/DE]; Brehmstrasse 27, D-07546 Gera (DE).</b></p> <p>(74) Anwälte: <b>GEYER, Werner usw.; Geyer, Fehners &amp; Partner, Perhamerstrasse 31, D-80687 München (DE).</b></p>		
<p>(81) Bestimmungsstaaten: <b>AU, BR, CA, CN, IL, JP, KR, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</b></p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>		

(54) Title: **METHOD FOR COMPENSATING GEOMETRIC IMAGE FAILURE OF VIDEO IMAGES AND A DEVICE FOR CONDUCTING SAID METHOD**

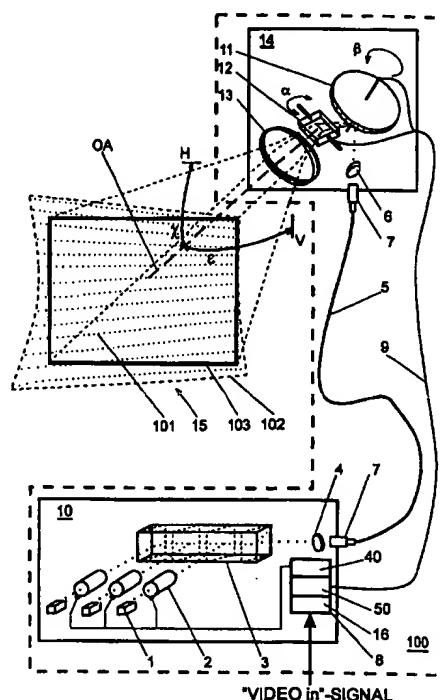
(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR KOMPENSATION GEOMETRISCHER BILDFEHLER BEI VIDEOBILDERN SOWIE EINE VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS**

(57) Abstract

A device for displaying video images on a projection area on which the display is slanted contains a source (10) whose intensity can be modulated for emitting an essentially parallel light beam for a sequential illumination of video image pixels. The invention also contains a deflecting device (11, 12) for line and image rasterization of the light beam and a control device (17) which controls the intensity modulation for the light beam and its deflection (11, 12) according to a function which is determined by a calculated equalization of the image in relation to the slanting.

(57) Zusammenfassung

Eine Vorrichtung zur Darstellung von Videobildern auf einer Projektionsfläche (101), bei der die Darstellung auf dieser unter einer Schrägstellung erfolgt, umfaßt eine intensitätsmodulierbare Quelle (10) zur Emission eines im wesentlichen parallelen Lichtbündels für eine sequentielle Beleuchtung von Bildpunkten des Videobildes, eine Ablenkeinrichtung (11, 12) zum zeilen- und bildmäßigen Rastern des Lichtbündels und eine Steuereinrichtung (17), die sowohl die Intensitätsmodulation für das Lichtbündel als auch dessen Ablenkung (11, 12) gemäß einer Funktion steuert, die durch eine berechnete Entzerrung des Bildes, zumindest bezüglich der Schrägstellung, gewonnen ist.



# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

10 Verfahren zur Kompensation geometrischer Bildfehler bei Videobildern sowie eine  
Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Derartige geometrische Bildfehler können beispielsweise auftreten, wenn ein Dia unter Winkel projiziert wird. Für einen Overhead-Projektor ist zum Ausgleich gemäß der WO 97/03380 ein Spiegel vorgesehen, mit dem das Bild auf die Rückwand einer Projektionsfläche projiziert wird. Die Spiegelneigung relativ zur Projektionsfläche ist dabei zum Ausgleich von Trapezverzerrungen so ausgelegt, daß sich in allen Bildbereichen vom Projektor zur Projektionsfläche ungefähr gleiche Lichtwege ergeben.

Bei einer Videoprojektion gemäß der DE 32 43 879 C2 werden ebenfalls Spiegel eingesetzt, um die durch Schrägprojektion entstehenden Trapezverzerrungen wie bei der genannten Projektion mit Overhead-Projektor zu kompensieren.

Die oben angesprochene Kompensation mit Spiegeln bedarf bei der Großbildprojektion sehr großer Spiegel. Sie würde daher viel Platz in Anspruch nehmen und ist, damit die Spiegel die Sicht auf die Projektionsfläche nicht verdecken, im wesentlichen auf Rückprojektionen beschränkt.

5

Bei der in der EP 0 756 425 A2 dargestellten Videotechnik wird eine mit einem Videobild angesteuerte Flüssigkristallmatrix auf eine Leinwand projiziert. Trapezverzerrungen werden dort ohne Spiegel dadurch ausgeglichen, daß alle Zeilen des Bildes bezüglich der Länge der kürzesten Zeile verkürzt werden. Dazu wird das Bild auf der Flüssigkristallmatrix trapezförmig so verzerrt, daß diese Verzerrung aufgrund der Schrägprojektion gerade kompensiert wird. Diese Art der Verzerrung des projizierten Bildes wird bei LCD-Bildern dadurch durchgeführt, daß bei den verkürzten Zeilen auf Bildpunkte verzichtet wird. Bei sehr großen Winkeln ist allerdings zu erwarten, daß der Auflösungsverlust so hoch wird, daß kein qualitativ hochwertiges Bild mehr darstellbar ist.

15

Derartige Trapezverzerrungen ändern bei Schrägprojektion des Videobildes die Zeilenlänge, wenn beispielsweise die Ausrichtung des bildmäßigen Rasterns unter geringem Winkel erfolgt. Dann wird auch die damit zusammenhängende Dichte von Bildpunkten in der Zeile geändert, so daß eine Kompensation dieser Fehler im wesentlichen allein durch Korrektur in der Zeileninformation behebbar ist.

20

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Kompensationsverfahren für Bildfehler der genannten Art und eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahren zu schaffen, bei dem bzw. der aber unter großen Winkeln ein Informationsverlust aufgrund fehlender Bildpunkte verringert wird.

25

Die Aufgabe wird durch ein eingangs genanntes Verfahren gelöst, bei dem ein im wesentlichen paralleles Lichtbündel zur sequentiellen Beleuchtung der Bildpunkte des Videobildes zeilen- und bildmäßig auf die Projektionsfläche abgelenkt wird, ein Lichtbündel für den Bildpunkt an jedem Ort, auf den das Lichtbündel abgelenkt wird, gemäß der Bildpunktinformation des unverzerrten Videobildes an diesem Ort intensitätsmoduliert wird, eine den Anfang der Zeile des kompensierten Bildes bestimmende Größe durch  $x_{ad} \geq \text{Max}(x_{ai})$  und eine das Ende der Zeile des kompensierten Bildes bestimmende Größe durch  $x_{ed} \leq \text{Min}(x_{ei})$  mit  $x_{ed} > x_{ad}$  festgelegt werden und das Lichtbündel für jede Zeile derart abgelenkt wird, daß alle Bildpunkte der Zeile  $i$  sequentiell innerhalb des Bereichs  $[x_{ad}, x_{ed}]$  auf der Projektionsfläche dargestellt werden. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens umfaßt eine intensitätsmodulierbare Quelle zur Emission eines im wesentlichen parallelen Lichtbündels für eine sequentielle Beleuchtung von Bildpunkten des

35

Videobildes, eine Ablenkeinrichtung zum zeilen- und bildmäßigen Rastern des Lichtbündels, einen Speicher zum sequentiellen Abspeichern von Zeileninformation zur Intensitätsmodulation der Quelle für N Bildpunkte, zwei Größen  $x_{ad}$  und  $x_{ed}$ , mit  $x_{ed} > x_{ad}$ , von denen  $x_{ad}$  den Anfang der Zeile des kompensierten Bildes beschreibt, wobei  $x_{ad} \geq \text{Max}(x_{ai})$  aller Zeilen  $i$  ist, und  $x_{ed}$  das Ende der Zeile des kompensierten Bildes beschreibt, wobei  $x_{ed} \geq \text{Min}(x_{ei})$  ist, sowie eine Steuereinrichtung zur Modulation der Quelle und zur Steuerung der Ablenkeinrichtung gemäß Funktionen, mit denen das Lichtbündel derart abgelenkt und/oder intensitätsmoduliert ist, daß alle Bildpunkte der Zeile  $i$  für die Ablenkung sequentiell innerhalb des Bereiches  $[x_{ad}; x_{ed}]$  auf der Projektionsfläche darstellbar sind.

Weiter sind erfindungsgemäß bei einer speziellen Vorrichtung zur Kompensation von Fehlern bei der Schrägprojektion eine Intensitätsmodulierbare Quelle zur Emission eines im wesentlichen parallelen Lichtbündels für eine sequentielle Beleuchtung von Bildpunkten des Videobildes, eine Ablenkeinrichtung zum zeilen- und bildmäßigen Rastern des Lichtbündels und eine Steuereinrichtung, die sowohl die Intensitätsmodulation für das Lichtbündel als auch dessen Ablenkung gemäß einer Funktion steuert, die durch eine berechnete Entzerrung des Bildes, zumindest bezüglich der Schrägstellung, gewonnen ist, vorgesehen.

Erfindungsgemäß wird also eine ganz andere Technik als bei der EP 0 756 425 A2 angewendet. Man verwendet nämlich statt einer LCD-Matrix im wesentlichen parallele Lichtbündel, die beispielsweise mit einem Laser erzeugt werden können, zum sequentiellen Rastern eines Bildes. Dadurch ist man nicht an die Matrix eines Bildes gebunden. Diese Technik hat den Vorteil, daß das Bild unabhängig vom Abstand und sogar ohne eine besondere Optik immer scharf ist. Die Schärfe ist praktisch nur durch den Durchmesser des Lichtbündels begrenzt. Dadurch läßt sich ein Bild bei geeigneter Ansteuerung auch ohne Auflösungsverlust so verzerren, daß beispielsweise eine sich in einer Zeilenlängenänderung äußernde Verzerrung kompensiert wird.

Insbesondere wird bei der Vorrichtung zur Darstellung eines Bildes unter Schrägprojektion der Bildinhalt neu berechnet und sowohl die Zeilendichte als auch die Bildpunktdichte im neu berechneten Bild so verzerrt dargestellt, daß die Verzerrung durch die Projektion eine Entzerrung des Videobildes verursacht. Damit lassen sich Videobilder praktisch beliebig genau darstellen. Die Genauigkeit der Berechnung und der Darstellung wird natürlich für CAD-Anwendungen wesentlich höher sein als für ein Fernsehbild, da das Auge nicht so gut auflösen kann. Das Prinzip ist jedoch dasselbe. Über die Berechnung der verzerrten Bilder, die dann entzerrt dargestellt werden, geben spätere Ausführungsbeispiele noch näheren Aufschluß.

Diese Berechnung muß aber nicht unbedingt bei jedem Videobild neu durchgeführt werden. Es reicht beispielsweise aus, die so zur Entzerrung verzerrten Videobilder auf einem Videoband abzuspeichern und bei späteren Darstellungen des Videobildes dann einfach vom Videoband auszulesen. Weiter sind die Berechnungen auch nicht nur auf die Schrägprojektion beschränkt. Es können auch andere optische Einflüsse, wie beispielsweise das Ablenkverhalten der Ablenkeinrichtung bei der Bildneuberechnung mitberücksichtigt werden. Auch dazu geben die späteren Ausführungsbeispiele eingehender Aufschluß.

Bei einer vorzugsweisen Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß bei dem Verfahren eine zur Intensitätsmodulation des Lichtbündels bestimmte Zeileninformation als N Bildpunkte sequentiell in einem Speicher abgelegt wird und das Lichtbündel am Anfang jeder Zeile i während eines Zeitintervalls für das Raster der Länge  $(x_{ad}-x_{ai})$  dunkelgetastet wird, danach die zur Intensitätsmodulation bestimmte Information für die N Bildpunkte innerhalb eines Zeitintervalls für das Raster der Länge  $(x_{ed}-x_{ad})$  aus dem Speicher ausgelesen sowie das Lichtbündel innerhalb dieses Zeitintervalls bezüglich dieser ausgelesenen Information intensitätsmoduliert wird und das Lichtbündel nach Beendigung der sequentiellen Ausleuchtung der N Bildpunkte auf der Projektionsfläche für den Rest des Zeitintervalls T zum Raster jeweils einer Zeile dunkelgetastet wird. Bei einer vorzugsweisen Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß für alle Zeilen ein festes Zeitintervall T vorgegeben ist und die Steuereinrichtung gemäß einer Funktion intensitätsmoduliert, mittels der das Lichtbündel am Anfang jedes Zeilenstarts einer Zeile i während eines Zeitintervalls zum Raster der Länge  $(x_{ad}-x_{ai})$  dunkelgetastet ist, danach die zur Intensitätsmodulation bestimmte Information für die N Bildpunkte innerhalb eines Zeitintervalls zum Raster der Länge  $(x_{ed}-x_{ad})$  aus dem Speicher ausgelesen sowie die Quelle mit dieser Information intensitätsmoduliert wird und das Lichtbündel nach Beendigung der sequentiellen Ausleuchtung der N Bildpunkte auf der Projektionsfläche für den Rest des Zeitintervalls T zum Raster jeweils einer Zeile dunkelgetastet ist.

Für die Steuerung der Kompensation ist demgemäß eine Zeitsteuerung anstelle einer auch möglichen Steuerung mit unterschiedlichen Zeilenablenkfunktionen zum Raster unterschiedlicher Zeilen vorgesehen. Für das Kompensationsverfahren wählt man dazu aus den durch die Zeilenablenkung und Bildablenkung zugänglichen Orten auf die Projektionsfläche, also über die durch die Zeilenraasterung der Zeile i gegebenen Extremwerte  $x_{ai}$  und die  $x_{ei}$ , einen inneren Bereich aus, in dem das Bild dargestellt wird. Diese Art der Auswahl führt zur Bestimmung zweier Größen  $x_{ad}$  und  $x_{ed}$ , die den Anfangsort und den Endort der Zeilen des dargestellten Bildes auf die Projektionsfläche beschreiben. Die Lage dieser Größen wird nachfolgend noch anhand von Figuren besser verdeutlicht.

Die vorgesehene Zeitsteuerung arbeitet so, daß jede Zeile des Videobildes innerhalb des gleichen Zeitintervalls  $T$  gerastert wird, wobei die Bereiche, die durch den Trapezfehler außerhalb des durch  $x_{ed}$  und durch  $x_{ad}$  bezeichneten Bereichs entstehen, dunkelgetastet werden, während nachfolgend für die  $N$  Bildpunkte in dem Bereich, in dem das Lichtbündel sich in dem Intervall zwischen  $x_{ed}$  und  $x_{ad}$  auf der Projektionsfläche befindet, die vollständige abgespeicherte Zeileninformation geometriergerecht auf die Projektionsfläche geschrieben wird. Bei nicht zu großen Projektionswinkeln, also nur geringen auszugleichenden Verzerrungen, kann man die Bildpunkte jeweils in einem für alle Bildpunkte gleichen Zeitintervall  $(x_{ed}-x_{ad}) \cdot T/[N \cdot (x_{er}-x_{ad})]$  darstellen. Bei hoher nichtlinearer Verzerrung der Zeileninformation ist es jedoch empfehlenswert, auch die Zeitintervalle für die Darstellung der aufeinanderfolgenden einzelnen Bildpunkte gemäß der zu kompensierenden Verzerrung geeignet zu wählen. Die dann erforderliche Kompensation läßt sich für verschiedene Anordnungen in einer dem Optikfachmann bekannten Weise mit Hilfe der geometrischen Optik berechnen, indem die Projektionsfläche gleichmäßig mit Bildpunkten belegt wird und die Lichtwege für Lichtbündel, die diese Bildpunkte beleuchten, zur Ablenkeinrichtung zurückverfolgt werden, wo sich der Zusammenhang zwischen Ablenkwinkel bzw. Rasterzeitpunkt zur Abbildung jedes Bildpunktes dann zwangsläufig ergibt.

Bei einer anderen vorzugsweisen Weiterbildung der Erfindung wird die Intensität des Lichtbündels für jeden Bildpunkt umgekehrt proportional zu dessen Beleuchtungszeit ausgesteuert. Gemäß dieser Weiterbildung werden die Intensitäten bei kontinuierlich arbeitenden Quellen entsprechend unterschiedlicher Raster- und damit Beleuchtungszeiten korrigiert. Dazu kann insbesondere für die Vorrichtung ein Dämpfungsglied vorgesehen werden. Eine Dämpfung ist statt einer Verstärkung anzustreben, weil damit sichergestellt werden kann, daß die Leistungsgrenzen der beispielhaft genannten Laser zur Erzeugung der Lichtbündel nicht überschritten werden.

Diese Aussteuerung bezüglich der richtigen Bildpunktintensität kann an verschiedenen Stellen der Steuerung erfolgen. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, daß die proportionale Aussteuerung nach Auslesen der Information aus dem Speicher durchgeführt wird. Dadurch spart man sich Informationstiefe im Speicher, da andernfalls die notwendige erhöhte Dynamik der Information durch das Skalieren bezüglich der Beleuchtungszeit die erforderliche, durch die Bildauflösung bedingte Wortlänge des Speichers vergrößern würde.

- Unerwarteterweise hat sich gezeigt, daß erfindungsgemäß auch eine Verzerrung in Richtung der Bildablenkung, also senkrecht zu den Zeilen, durchgeführt werden kann. Dazu kann man die bei der Fernsehtechnik übliche Rasterung über eine konstante Ablenkwinkeländerung aufgeben und die Ansteuerung gemäß einer Funktion wählen, in der
- 5 die Zeilenabstände beim projizierten Bild wieder gleichmäßig werden. Bei einer vorzugsweisen Weiterbildung der Erfindung ist diesbezüglich vorgesehen, daß das Lichtbündel bildmäßig mit einer Funktion gerastert wird, aufgrund der die Zeilenabstände benachbarter Zeilen im gesamten Bild maximal um 30% und insbesondere weniger als 10% voneinander differieren. Bei einer entsprechenden Vorrichtung wird die Ablenkeinrichtung
- 10 für die bildmäßige Ablenkung abweichend von einer konstanten Ablenkwinkeländerung mit einer Funktion angesteuert, aufgrund der sich die Zeilenabstände benachbarter Zeilen im gesamten Bild maximal um 30% und insbesondere weniger als 10% voneinander unterscheiden. Die angegebenen Grenzen von 10% bzw. 30% reichen dafür aus, daß die eventuell verbleibenden Zeilenabstände in geeignetem Abstand nicht mehr wahrgenommen
- 15 werden. Andererseits erlauben die angegebenen Toleranzen auch eine Bildablenkung mittels Bildspiegeln, die aufgrund der mechanischen Bewegung und der damit verbundenen Trägheit nicht unbedingt für alle Zeilen der Ablenkung exakt der vorgegebenen Funktion zur Kompensierung des Zeilenabstands folgen können.
- 20 Die Funktion zur Ansteuerung bestimmt man beispielsweise geometrisch so, daß der für das Videobild zur Verfügung stehende Bereich der Projektionsfläche gleichmäßig mit Bildpunkten belegt und die aufgrund der Anordnung zur Beleuchtung von Bildpunkten möglichen Lichtbündel zur Ablenkeinrichtung zurückverfolgt werden, um den Zusammenhang von Ablenkwinkel und Zeile zu ermitteln. In Extremfällen, bei einer
- 25 Projektion auf einer gekrümmten Projektionsfläche oder wenn das Bild bei der Projektion sogar verdreht wird, kann die Ablenkung auch von der Position des jeweiligen Bildpunktes der Zeile abhängen, so daß zumindest ein linearer Anteil der Zeilenablenkung in die Bildablenkung und/oder umgekehrt eingemischt werden kann bzw. dann auch die Bildinformation nicht mehr zeilen- und bildpunktgemäß aus einem Bildspeicher gelesen
- 30 wird, sondern dessen Adressen zum Auslesen der Information auch hier geeignet aus den Einleseadressen gebildet werden. Andere Verfahren dafür werden nachfolgend anhand der Ausführungsbeispiele näher beschrieben.
- 35 In ähnlicher Weise kann man auch die Grenzen für die noch tolerierbaren Bildpunktabstände innerhalb einer Zeile angeben. Bei einem kontinuierlich schreibenden Lichtbündel gibt es aber im eigentlichen Sinne keine Bildpunkte, deswegen ist es angebracht, diese Grenzen für die verzerrte Ablenkung über die dargestellte



Videoinformation  $V_i(x)$  mit derjenigen Videoinformation  $V_{\pi}(x)$  zu vergleichen, die sich ergäbe, wenn ein vollständig unverzerrtes Bild dargestellt wurde. Demgemäß ist bei einer Weiterbildung vorgesehen, daß das Lichtbündel zeilenmäßig mit einer Funktion gerastert wird, bei der die Videoinformation  $V_i(x)$  der Zeile  $i$  für die Bildinformation an jedem Ort  $x$  bezüglich einer Videoinformation  $V_{\pi}(x)$  eines unverzerrten Bildes maximal um einen Betrag von

$$|V_{\pi}(x) - V_i(x)| = \left| \frac{\partial \eta}{\partial x} \Delta x_i \right|$$

10 abweicht, wobei die durch diese Gleichung bestimmte Größe  $\Delta x_i$  kleiner als das 0,3fache und insbesondere kleiner als das 0,1fache der Zeilenlänge geteilt durch die Bildpunktzahl des Videobildes gemäß Videonorm ist. Für eine Vorrichtung ist diesbezüglich vorgesehen, daß die Ablenkeinrichtung bezüglich der Zeilenablenkung abweichend von einer konstanten Ablenkwinkeländerung angesteuert ist, bei der die Videoinformation  $V_i(x)$  der Zeile  $i$  für die Bildinformation an jedem Ort  $x$  bezüglich einer Videoinformation  $V_{\pi}(x)$  eines unverzerrten Bildes maximal um einen Betrag

$$|V_{\pi}(x) - V_i(x)| = \left| \frac{\partial \eta}{\partial x} \Delta x_i \right|$$

20 abweicht, wobei die durch diese Gleichung bestimmte Größe  $\Delta x_i$  kleiner als das 0,3fache und insbesondere kleiner als das 0,1fache der Zeilenlänge geteilt durch die Bildpunktzahl gemäß Videonorm ist.

Wie aus dem Vorhergehenden schon deutlich wurde, kann die Bildpunktdichte stark von der Zeile und der Lage des jeweiligen Bildpunktes in der Zeile abhängen. In gleicher Weise wird auch der Lichtfleck des im wesentlichen parallelen Lichtbündels auf der Projektionsfläche abhängig vom zu beleuchtenden Bildpunkt größer oder kleiner sein. Deswegen wird man im allgemeinen den Durchmesser des Lichtbündels so wählen, daß sogar bei den bezüglich der erreichbaren Auflösung ungünstigsten Bildpunktorten immer noch geeignet große Bildpunkte darstellbar sind. Das bedeutet jedoch für andere Bildbereiche innerhalb des Bildes, daß hier die Auflösung erhöht werden könnte. Für diese Auflösungserhöhung sind Interpolationsalgorithmen bekannter Art einsetzbar, um die zusätzlichen Bildpunkte zu erzeugen. Ein Informationsgewinn entsteht dadurch ohne Erhöhung der Zeilenzahl im allgemeinen nicht, denn die Bildpunktdichte bei Videobildern ist immer durch die Übertragungsbandbreite für das Bild begrenzt. Daher reicht es zur Generierung zusätzlicher Bildpunkte im allgemeinen aus, für die Interpolation der Information einer Zeile eine größere

Anzahl N von Speicherplätzen vorzusehen und das Abtasten des analogen Videosignals für das Speichern mit einer höheren Frequenz durchzuführen als es aufgrund der Bildpunktfrequenz zur Darstellung von Zeilen in der Videonorm vorgeschrieben ist. Gemäß einer vorzugsweisen Weiterbildung der Erfindung ist deshalb vorgesehen, daß die Zahl N  
5 größer als die Anzahl der Bildpunkte der Videonorm des darzustellenden Videobildes ist.

Damit wird das analoge Videosignal schon vor dem Einspeichern mit entsprechend höherer Auflösung abgetastet und steht dann zur Darstellung in kleineren Zeitintervallen auch mit erhöhter Auflösung zur Verfügung.

10

Die Erhöhung der Anzahl N hat bei einer anderen Weiterbildung der Erfindung noch weitere Vorteile. Diese Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung auch für die vor und nach dem Zeitintervall zum Rastern der Länge ( $x_{\text{ed}}$  -  $x_{\text{ad}}$ ) erforderliche Information für dunkle Bildpunkte im Speicher ablegt und die so erzeugte  
15 gesamte Zeileninformation im Speicher während der Zeit T der Ablenkeinrichtung zuführbar ist. Dabei kann die Ablenkeinrichtung für das Auslesen aus dem Speicher immer in gleicher Weise betrieben werden. Die Aufbereitung der Daten für die erfindungsgemäß dunkelgetasteten Bildpunkte durch Ablegen entsprechender Information im Speicher erzeugt die gesamte zu rasternde Zeile in einer Speicherzeile. Dies hat, wie auch  
20 nachfolgend anhand der Ausführungsbeispiele besser verständlich wird, wesentliche Vorteile bezüglich des Schaltungsaufwandes zur Korrektur der geometrischen Bildfehler. Insbesondere ist es bei dieser Weiterbildung ebenfalls mit verringertem Aufwand möglich, eine Bildumformung bezüglich der geometrischen Bildfehler in zwei Richtungen in Echtzeit durchzuführen, was wegen der hohen Videofrequenzen bei Verzerrungen in zwei  
25 Richtungen nur mit besonders schneller Elektronik möglich wäre.

Wie vorstehend schon erläutert wurde, ist es außerordentlich vorteilhaft, wenn gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung das Bild vor Darstellung des Videobildes bezüglich der Ablenkungen und der räumlichen Zuordnung der Bildpunkte zur Darstellung  
30 eines unverzerrten Bildes neu berechnet wird.

Die Möglichkeit der erfindungsgemäßen Kompensation von derartigen geometrischen Bildfehlern bringt einen unerwarteten Vorteil mit sich. Man kann ein Laservideogerät aufgrund des Kompensationsverfahrens unter größerem Winkel zur Projektionsfläche als  
35 beim Stand der Technik anordnen, bei Projektion des Videobildes an einer Wand eines Raumes beispielsweise an dessen Decke.

- Die durch Projektion unter Winkel bedingte Bildverzerrung läßt sich mit dem Verfahren ebenfalls kompensieren. Bei entsprechender Anordnung von Projektionsfläche und Laservideosystem kann dann sogar eine Projektionsgeometrie gewählt werden, bei der ausgeschlossen wird, daß Personen in den Bereich des Laserlichts gelangen, weshalb die
- 5 zu beachtenden, gesetzlich vorgeschriebenen Anforderungen für die Lasersicherheit leichter oder sogar ohne zusätzlichen Aufwand erfüllt werden. Insbesondere diesbezüglich ist bei einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung folgendes vorgesehen: eine erste Baugruppe, welche die Ablenkeinrichtung sowie mindestens eine Buchse zum Einstecken für eine Lichtleitfaser aufweist und innerhalb der das in die Buchse
- 10 eingeleitete Licht zur Ablenkung in die Ablenkeinrichtung geführt ist, eine davon getrennte Baugruppe, welche die Steuereinrichtung und die intensitätsmodulierbare Quelle sowie mindestens eine Buchse für das Einstecken einer Lichtleitfaser aufweist und innerhalb der das Licht der intensitätsmodulierbaren Quelle in diese Buchse geleitet ist, mindestens eine
- 15 Lichtleitfaser zur Kopplung der ersten Baugruppe mit der zweiten Baugruppe über die jeweiligen Buchsen sowie eine Befestigungseinrichtung für die erste Baugruppe, mit der die erste Baugruppe unter Winkel zur Projektionsfläche angeordnet werden kann, wobei die Kompensation zum Ausgleich der durch die Abbildung unter diesem Winkel gegebenen Verzerrung ausgelegt ist.
- 20 Aufgrund der Trennung der Ablenkeinrichtung von der die Laser und deren Modulationssteuerung enthaltenden Baugruppe ist nur ein kleiner, leichter Projektionskopf als erste Baugruppe an der beispielhaft genannten Decke des Raumes zu befestigen, was dem Durchschnittsbenutzer mit wenig handwerklichen Kenntnissen ohne weiteres möglich ist. Diesbezüglich sei angemerkt, daß dies genauso einfach sein sollte wie das Aufhängen
- 25 einer Lampe, für das der durchschnittliche Verbraucher auch keinen Elektriker heranzieht, sondern dies selbst ausführt. Die wesentlichen elektronischen Einrichtungen, sowohl der Laser als auch der Modulatoren, sind in einer zweiten Baugruppe angeordnet, die auch Bedienelemente enthalten kann. Die zweite Baugruppe kann beispielsweise auf dem Fußboden oder einem Regal angeordnet werden.
- 30 Die Übertragung der Bildinformation zwischen beiden Baugruppen erfolgt mit Lichtleitfasern. Dafür ist in den getrennten Baugruppen jeweils eine Buchse für das Einstecken der Lichtleitfaser vorgesehen. Diese Buchse erleichtert ebenfalls die Installation eines derart in zwei Baugruppen unterteilten Videosystems. Weiter kann die aus Lasern, Modulatoren und
- 35 sonstigen Steuereinrichtungen bestehende zweite Baugruppe aufgrund dieser Ausgestaltung auch leicht abgekoppelt werden, wenn sie für Wartungszwecke und Reparatur versandt werden soll.

Wie vorstehend schon ausgeführt wurde, ist es besonders vorteilhaft, wenn Befestigungsmittel für die erste Baugruppe, den Projektionskopf an der Decke, der Wand oder dem Boden eines Raumes sowie Befestigungsmittel für einen Schirm als Projektionsfläche an der Wand des Raumes vorgesehen sind. Bei beweglichen Videogeräten, beispielsweise bei Videoprojektionsgeräten, die in einem Tagungshotel in verschiedenen Räumen eingesetzt werden sollen, kann man dann in jedem Raum an der Decke ausschließlich die erste Baugruppe befestigen und die zweite Baugruppe aufgrund der einfachen Verbindung mit der Lichtleitfaser nur jeweils in dem Raum anschließen, in dem das Videoprojektionsgerät verwendet werden soll. Im Hotel reicht dann für verschiedene Tagungszwecke ein Minimum an Lasereinrichtungen aus, was die Kosten zur Ausrüstung mit derartigen Laserprojektoren stark verringert.

Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung, insbesondere wenn kleine Laser wie Festkörperlaser eingesetzt werden, ist vorgesehen, daß die erste Baugruppe und die zweite Baugruppe in einem Gehäuse vereinigt sind und dieses Gehäuse Befestigungsmittel zum Befestigen an einer Wand, einer Decke oder einem Boden eines Raumes aufweist.

Besonders für diese schon genannten Tagungshotels oder Konferenzzentren eignet sich aber auch eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung, bei der eine Projektionsfläche vorgesehen ist, an deren Rand, insbesondere am oberen Rand, eine Haltevorrichtung vorgesehen ist, an der die erste Baugruppe außermittig von der Projektionsfläche befestigt ist, so daß die Darstellung des Videobildes unter einem Winkel erfolgt.

Hier ist die erste Baugruppe fest mit der Projektionsfläche verbunden, und die ganze Projektionsfläche mit der ersten Baugruppe und evtl. auch der zweiten Baugruppe kann von Raum zu Raum verschoben werden. Die Kosten für eine Vielzahl von ersten Baugruppen, jede für einen Raum, werden so ebenfalls eingespart.

Das gesamte Videosystem und insbesondere der Projektionskopf ist bei dieser Weiterbildung auch bezüglich einer als Projektionsfläche beispielhaft genannten Leinwand immer geeignet justiert, so daß keine Einstellarbeiten zum Betrieb in verschiedenen Räumen notwendig sind. Um einen einfachen Transport zu ermöglichen, sollte dann das gesamte Videosystem auch auf Rollen gelagert sein.

Ein Videoprojektionsgerät, das insbesondere die Erfindung sowie ihre Weiterbildungen beinhaltet, besteht im wesentlichen aus einer elektronischen Steuereinheit, einem Eingangsmodul, einer Steuerschaltung für die Bildpunkt- und die Zeilenrasterung und einer Einrichtung zur Bildberechnung. Weiter sollen die Bilder kontinuierlich geschrieben werden, so daß eine Helligkeits- und farbmodulierte kollineare Lichtquelle vorgesehen sein sollte, die Licht in ein Ablenssystem einkoppelt, wobei das Ablenssystem zur Darstellung von Videobildern zweiachsig sein sollte. Insbesondere ergeben sich Vorteile bezüglich der Winkelvergrößerung, wenn eine Vergrößerungsoptik vorgesehen ist, wie aus den nachfolgenden Ausführungsbeispielen ersichtlich werden wird. Dabei kann das zweiachsige Ablenssystem beispielsweise aus einem Taumelspiegel oder einem Zeilenspiegel und einem Bildspiegel oder aus einem oder mehreren nichtmechanischen Deflektoren oder aber aus einer Kombination verschiedener Deflektoren bestehen. Insbesondere sollte die Vergrößerungsoptik nach der Tangensbedingung verzeichnungsfrei korrigiert sein und der Ursprung der Strahlablenkung reell oder scheinbar in dem Ablenssystem liegen, so daß die Ablenkung praktisch aus einem Raumpunkt heraus erfolgt. Die zur Darstellung des Bildes benötigte Projektionsfläche kann für Rückprojektion oder Frontprojektion ausgebildet sein.

Für eine besonders vorteilhafte Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sollte dann die Steuerschaltung für die Bildpunkt- und die Zeilenrasterung in Abhängigkeit von den Parametern des Ablenssystems, einer Schrägstellung in zwei Winkelrichtungen sowie der Oberflächenform der Projektionsfläche eine geometrie-optimierte Bildpunkttrasterfunktion sowohl in Zeilen- als auch in Bildrichtung errechnen. So erfolgt, insbesondere in der Einheit zur Bildberechnung, durch diese optimierten Rasterfunktionen anhand der eingehenden Videodaten eine Neuberechnung des Bildes.

Die Erfindung und die Weiterbildung beinhalten sowohl Verfahrens- als auch Vorrichtungsmerkmale zur Korrektur von Zeilenabständen. Damit kann einerseits der Tangensfehler in Bildrichtung sowie unterschiedliche Zeilenabstände bei einer Schrägprojektion korrigiert werden. Andererseits ist vorgesehen, eine Skalierung der Zeilenlänge vorzunehmen. Dies beinhaltet auch Kissenverzeichniskorrekturen für eine zweiachsige Rastereinrichtung und eine Korrektur der Zeilenlänge infolge einer Schrägprojektion. Weiterhin ist vorgesehen, die Bildpunktabstände innerhalb jeder Zeile so zu korrigieren, daß die Bildverzeichnung infolge des Tangensfehlers in Zeilenrichtung und einer Schrägprojektion durch verschieden einstellbare Bildpunktabstände zwischen zwei benachbarten Bildpunkten korrigierbar ist. Zudem kann dabei die Zuordnung der Videoinformation zu den gerasterten Pixeln eines Bildes so festgelegt werden, daß durch eine Neuberechnung des Bildes unter Berücksichtigung der Verzeichnungswirkung der

Projektionsfläche und der Verzeichnungswirkung, die sich aus der Stellung des Projektors zur Projektionsfläche ergibt, ein weitestgehend verzeichnungsfreies Bild erhalten wird. Daher kann, wie insbesondere aus späteren Ausführungsbeispielen hervorgeht, auch eine Schrägprojektion in Zeilenrichtung einfach korrigiert werden. Dabei wird diese

5 Schrägprojektion in Zeilenrichtung auf eine Schrägprojektion in Bildrichtung zurückgeführt.

Um eine optimale Bildqualität zu erreichen, wird zunächst eine Korrektur der Zeilenabstände, der Zeilenlängen und der Bildpunktabstände und dann eine völlige Neuberechnung der Bildpunkte entsprechend der korrigierten Rastgeometrie vorgenommen.

10 Mit den hier genannten komplexen Möglichkeiten wird hinsichtlich einer detailgetreuen Wiedergabe und Farbreinheit höchste Bildqualität erreicht. Dies ist insbesondere auch für den Einsatz solcher Vorrichtungen für CAD oder für die Drucktechnik höchst wünschenswert. Andererseits besteht jedoch auch die Möglichkeit, einen vorgegebenen Bildinhalt mittels der hier angegebenen Methoden bewußt zu verzerren, um beabsichtigte

15 Effekte für die Bilddarstellung zu erreichen. Dies kann insbesondere für Werbe- und Showanwendungen zweckmäßig sein, wenn spezielle optische Effekte, welche die Aufmerksamkeit des Publikums erregen, erzeugt werden sollen.

Die erfindungsgemäße Bildentzerrung und Bildverzerrung ist dabei mit vergleichsweise

20 geringem technischem Aufwand möglich. Einige der später angegebenen Korrekturen erfolgen ausschließlich durch rechenprogrammtechnische Schritte in Elektroneinheiten, die teilweise schon zu bekannten Projektionssystemen gehören. Der Mehraufwand für weitere Einheiten ist vernachlässigbar. Jedoch ist kein Eingriff in den optischen Kanal notwendig, was ein entscheidender Vorteil gegenüber bekannten Systemen ist, bei denen

25 beispielsweise zur Vermeidung von Bildpunktverlusten das Bildpunktraster der LCD-Matrix entsprechend verzerrt gewählt werden könnte.

Mit den dargestellten Methoden und der Anordnung ist es möglich, vielfältige Darstellungseffekte zu erzielen. Diese werden in der Regel darin bestehen, daß der

30 ursprünglich aufgenommene Bildinhalt möglichst unverzerrt auf der Projektionsfläche wiedergegeben wird.

Mit den in diesem Zusammenhang dargelegten Methoden kann ein Bild in weiten Grenzen entsprechend der Verzeichnungswirkung des Bilderzeugungssystems, Lage und Richtung

35 des Bilderzeugungssystems zur Projektionsfläche sowie der Verzeichnungswirkung des Projektionssystems zur Projektionsfläche des Projektionsschirms vorverzerrt werden. Sogar auf einem zum Beispiel unregelmäßig geformten Projektionsschirm kann dann ein

weitestgehend unverzerrtes Bild dargestellt werden. Grundlage ist, daß die Verzeichnungswirkung der Projektion auf die Projektionsfläche ermittelbar ist und das Projektionssystem in der Lage ist, mit diesen ermittelten Ergebnissen das mittels Bildpunkten in Zeilen aufgebaute Bild gezielt zu verändern.

5

Zunächst ist es ein hervorragender Systemvorteil eines Projektionssystems, das mit kollinearen und winkelproportional abgelenkten Lichtstrahlen arbeitet, daß die Bildschärfe unabhängig vom Projektionsabstand ist. Dabei wächst die Bildgröße proportional mit dem Abstand Projektionskopf-Bildschirm. Somit ist ein Nachteil bekannter Bildprojektoren beseitigt, bei dem ein scharfes Bild nur in einem begrenzten Tiefenbereich darstellbar ist.

10

Ein weiterer Systemvorteil eines Videoprojektors, der mit gerastertem kollinearen Lichtstrahlen arbeitet, ist, daß zwischen den Videodaten am Eingang des Projektionssystems und den R-G-B-Bilddaten am elektronischen Ausgang des Systems kein fest vorgegebener Zusammenhang bestehen muß.

15

Dies bezieht sich sowohl auf die zeitliche Abfolge als auch auf die örtliche Zuordnung der Bildinformationen. Somit ist es möglich, bei bekannten Verzeichnungseigenschaften des Bilderzeugungssystems und der Projektionsfläche diese Verzeichnungseigenschaften mit dem eingehenden Videodatenstrom in Echtzeit zu verrechnen und vorverzerrte R-G-B-Bilddaten auszugeben.

20

Die R-G-B-Lichtstrahlenbündel werden so helligkeits-, farb- und richtungsmoduliert, daß auf einer nahezu beliebig geformten Projektionsfläche ein weitestgehend scharfes unverzerrtes Bild oder ein scharfes, bewußt verzerrtes Bild darstellbar ist. Grenzen werden nur durch den Grad der Schräglage oder Krümmung des Projektionsschirmes gesetzt, da sich bei einem Winkel zwischen den einfallenden Lichtstrahlen und der Normalen auf die Projektionsfläche von größer etwa 45° Reflexions- und Streuverhältnisse einstellen, die eine qualitativ hochwertige Bilddarstellung auf herkömmlichen Projektionswänden nicht gestatten.

25

30

Es sind jedoch Projektionswände bekannt, mit denen auch größere Projektionswinkel zur Bilderzeugung verwendet werden können (Bildschirm nach der US 4,003,080).

35

Weiterhin besteht die Möglichkeit, bei fest vorgegebenen Projektionsverhältnissen die Videoinformation bereits mit der die gewünschte Verzerrung enthaltenen Informationen vorverarbeitet auf einem Datenträger zu speichern, so daß eine Echtzeitverarbeitung der in

den Projektor eingehenden Videodaten nicht erforderlich ist und somit eine erhebliche Reduzierung des Aufwandes im Projektionssystem möglich ist.

5 Die Erfindung kann jedoch weitergebildet werden, indem die Information für die Korrektur der Zeilenlänge innerhalb eines Bildes und die Korrektur der Bildpunktabstände innerhalb einer Zeile in dem Speichermedium aufgezeichnet werden und nach Auslesen der Videoinformationen von dem Speichermedium direkt in das Projektionssystem übertragen werden. Das Speichermedium kann beispielsweise ein Videoband sein.

10 Dann ist im Videoprojektionssystem nur noch eine Schaltung notwendig, die das Steuersignal für den Zeilenabstand, im Beispiel für die Ablenkung des Bildspiegels, und ein Steuersignal für den Bildpunktabstand, im Beispiel für die Modulation der Bildpunktfrequenz, aus dem Videodatenstrom gewinnt. Da es sich in dieser Ausführung immer um spezifische Anwendungen handeln wird, bereitet es keine Probleme, daß einer  
15 an sich genormten Videoinformation zusätzliche Steuersignale aufgeprägt werden müssen.

Weiterhin ist vorgesehen, eine Baugruppe des Videoprojektionssystems, nämlich den Projektionskopf, während der Bildprojektion im Raum zu bewegen. Auch diese  
20 Bewegungsinformation kann auf dem Speichermedium enthalten sein. Dann ist gewährleistet, daß die Bilddarstellung für die Stellung des Projektors korrigiert wird, die dieser gerade zur Projektionsfläche einnimmt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der  
25 Zeichnung im Prinzip noch näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 ein Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Vorrichtung;  
Figur 2 eine Einsatzmöglichkeit der Vorrichtung von Fig. 1 zur Bildprojektion in einem Raum;  
30 Figur 3 eine schematische Darstellung für eine Schrägprojektion zur Veranschaulichung des Verfahrens;  
Figur 4 eine schematische Darstellung wie in Fig. 3, jedoch mit geometrischen Fehlern in zwei Richtungen;  
Figur 5 eine schematische Darstellung von sogenannten  
35 Kissenverzeichnungen;  
Figur 6 eine andere Verzeichnung durch eine Schrägprojektion;  
Figur 7 eine Aufprojektion auf eine gekrümmte Projektionsfläche;



- Figur 8 eine Veranschaulichung für eine Projektion in eine gekrümmte Projektionsfläche;
- Figur 9 eine Digitalschaltung zur Erzeugung von Taktimpulsen zur Steuerung des Zeitverhaltens für das Auslesen von Bildpunkten in einer Zelle;
- 5 Figur 10 eine ähnliche Schaltung wie in Fig. 9, jedoch als Analogschaltung ausgeführt;
- Figur 11 eine schematische Darstellung einer Projektion unter einem Winkel zur Erläuterung verschiedener mathematischer Zusammenhänge;
- 10 Figur 12 eine schematische Darstellung mit einer anderen Schrägstellung des Projektionskopfes zur Projektionsfläche;
- Figur 13 eine schematische Darstellung zur Erläuterung eines Verfahrensschritts zur Drehung der Bildrasterichtung bei einer Geradprojektion;
- 15 Figur 14 eine schematische Darstellung zur Erläuterung eines Verfahrensschritts zur Drehung der Bildrasterichtung bei einer Schrägprojektion;
- Figur 15 eine Steuerschaltung für einen als Kippspiegel ausgeführten Ablenkspiegel;
- 20 Figur 16 eine graphische Darstellung für die Abhängigkeit der Ablenkwinkel  $\alpha_i$  eines Bildspiegels für verschiedene Zeilen  $i$ ;
- Figur 17 eine graphische Darstellung für den Ablenkwinkel eines Zeilenspiegels als Funktion der Zeile  $i$  zur Zeilenlängenkorrektur;
- 25 Figur 18 eine graphische Darstellung für den Ablenkwinkel eines Zeilenspiegels als Funktion der Bildpunktzahl  $y$  und der Zeilenzahl  $i$  als Parameter bei Projektion von der Bildmitte;
- Figur 19 eine graphische Darstellung wie bei Fig. 18, jedoch bei Projektion unter einem von Null verschiedenen Winkel  $\varepsilon$ ;
- 30 Figur 20 eine Schaltungsanordnung für die Skalierung der Bildpunktinformation;
- Figur 21 eine Schaltungsanordnung zur Geometrieoptimierung einer Ablenkeinrichtung mit Kippspiegeln und Neuberechnung des Bildes für eine Bildverzerrung in Echtzeit;
- 35 Figur 22 eine andere Schaltungsanordnung zur Skalierung von Bildpunktabständen;

Figur 23 eine Schaltungsanordnung zur Geometrieoptimierung mit Entzerrung der Bildpunktabstände sowie Echtzeitbildberechnung.

5 In Fig. 1 ist schematisch eine Vorrichtung 100 gezeigt, anhand der sich auch die wesentlichen Verfahrensmerkmale erläutern lassen. In dieser Vorrichtung wurden verschiedene Bauelemente in Baugruppen 10 und 14 zusammengefaßt. Die Baugruppe 10 erhält über einen Eingang ein Videosignal (VIDEO in), das auf einer Projektionsfläche 101 als Videobild in Front- oder Rückprojektion dargestellt werden soll. Bei einem Ausführungsbeispiel war diese Projektionsfläche 101 als Leinwand in einem Rahmen mit Füßen ausgeführt, an denen Rollen befestigt waren, mit denen die ganze Vorrichtung von 10 Fig. 1 verschoben und so beispielsweise in andere Räume transportiert werden konnte.

Die Projektion des Videobildes erfolgt von einem Projektionskopf 14, der eine erste Baugruppe darstellt, die beim Ausführungsbeispiel von Fig. 1 an einem am Rahmen befestigten Arm angeordnet war. Der Arm konnte zum Transport der Vorrichtung 1 15 eingeklappt werden, damit die ganze Vorrichtung auch durch enge Türen bewegbar war. Die Baugruppe 10 war dabei ebenfalls am Rahmen befestigt.

Die Baugruppe 10 steht mit dem Projektionskopf 14 über eine elektrische Kabelverbindung 20 9 und eine Lichtleitfaser 5 in Verbindung. Die Bilddarstellung erfolgt bei der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung auf folgende Weise:

Die in der Baugruppe 10 eingezeichneten Lichtquellen 1 senden kontinuierliches Licht aus, das über Modulatoren 2 entsprechend dem "VIDEO in"-Signal bezüglich Farbe und Helligkeit des jeweils zu schreibenden Bildpunktes intensitätsmoduliert wird. 25 Anschließend werden die aus den Modulatoren 2 ausgehenden Lichtbündel durch eine Strahlvereinigung 3, im Ausführungsbeispiel ein System aus dichroitischen Spiegeln, zusammengeführt, so daß alle aus den Lichtquellen 1 kommenden Lichtbündel in einem gemeinsamen Lichtbündel zur Ausleuchtung der das Videobild zusammensetzenden Bildpunkte zusammengefaßt sind. Dieses gemeinsame Lichtbündel wird dann über eine Einkoppeloptik 30 4 in die Lichtleitfaser 5 eingekoppelt, die wiederum über eine Buchse 7 in die Baugruppe 10 eingesteckt ist. Das durch die Lichtleitfaser 5 übertragene Licht wird so über die weitere Buchse 7 in die als Projektionskopf 14 ausgebildete Baugruppe eingeleitet.

35 Die Buchse 7 im Projektionskopf 14 ist so ausgerichtet, daß das aus der Lichtleitfaser 5 austretende Licht in eine Auskoppeloptik 6 einfällt, durch die das Lichtbündel wieder parallelisiert wird und in einer Ablenkeinrichtung, die aus Zeilenspiegel 11 und Bildspiegel

12 besteht, eingeleitet wird. Der Zeilenspiegel 11 war dabei ein Polygonspiegel, der nur feste Zeiten T für jede Zeile erlaubt, während der Bildspiegel 12 als Kippspiegel ausgeführt war. Durch den Zeilenspiegel 11 wird eine zeilenmäßige Ablenkung und mit dem Bildspiegel 12 eine bildmäßige Ablenkung durchgeführt. Durch beide Spiegel und die Modulation in der Baugruppe 10 ergibt sich ein ähnlicher Bildaufbau wie beim normalen Fernsehen, wobei dort allerdings statt Licht ein oder mehrere Elektronenstrahlen intensitätsmoduliert werden und zur Darstellung verschiedener Bildpunkte auf der Projektionsfläche bezüglich Zeile und Bild abgelenkt werden.

10 Weiter weist der Projektkopf 14 eine Vergrößerungsoptik 13 zur Vergrößerung des Bildes auf. Bei dieser Vergrößerungsoptik 13 sind Farbfehler kompensiert, und sie ist insbesondere bezüglich der Beziehung

$$\tan \alpha = K \cdot \tan \alpha'$$

15

korrigiert, wobei  $\alpha'$  der Winkel des einfallenden Lichtbündels und  $\alpha$  der Winkel des ausfallenden Lichtbündels ist. Der Faktor K wird im folgenden als Vergrößerungsfaktor bezeichnet.

20 Die optische Achse des Aufbaus im Projektkopf ist in Fig. 1 ferner als "OA" bezeichnet. Diese ist um zwei Winkel  $\chi$  und  $\epsilon$  gegenüber der Flächennormalen der Projektionsfläche 101 geneigt, weshalb geometrische Verzerrungen auftreten, deren Korrektur nachfolgend noch eingehender beschrieben wird. Für die Lage des Winkels  $\chi$  wird insbesondere auch auf die perspektivische Darstellung von Fig. 2 verwiesen.

25

Das "VIDEO in"-Signal wird durch die Elektroniksteuereinrichtung 8 sowohl für die Ablenkung als auch für die Intensitätsmodulation aufbereitet. Dazu dienen im einzelnen: ein Eingangsmodul 16 und eine Steuerschaltung 18 für die Bildpunktrasterung und die Zeilenrasterung, die im wesentlichen die Synchronisationssignale im Videosignal ausnutzt, um den Zeilenspiegel 11 und den Bildspiegel 12 synchron mit der Modulation zu führen. Speziell war im Ausführungsbeispiel von Fig. 1 ein Bildspeicher zum Abspeichern des Bildes vorgesehen. Zeilenspiegel 11 und Bildspiegel 12 synchronisierten dabei einen Taktgenerator, mit dem die entsprechende Bildpunktinformation aus dem Bildspeicher ausgelesen wurde. Zum Auslesen wurde weiter eine Einrichtung zur Bildberechnung 17 eingesetzt, mit der die jeweiligen richtigen Bildpunkte für die geometrische Entzerrung

30  
35

beziehungsweise auch das eingangs genannte Dunkeltasten bewirkt wurden. Details dieser Einrichtung 17 werden nachfolgend noch eingehender beschrieben.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel in perspektivischer Darstellung, bei dem der vorher  
5 genannte Winkel  $\epsilon$  auf Null gesetzt ist, wobei die Vorrichtung vor allen Dingen für stationären Betrieb fest eingerichtet ist. Der Projektionskopf 14 ist dabei an einer Decke 104 eines Raumes angeordnet. Die Projektion eines Bildes 103 erfolgt unter einem Neigungswinkel  $\chi$  auf einer Wand 105, welche die optischen Eigenschaften einer Projektionsfläche 101 aufweist. Die bei Projektionsflächen verlangte Streuung des Lichts in  
10 einen großen Raumwinkel wurde durch Auftragen einer geeigneten Farbe mit geeigneter Rauigkeit auf die Projektionsfläche 101 erreicht.

Die seitlich an einer Wand auf dem Boden angeordnete Baugruppe 10 enthält auch die Bedienelemente. Diese Anordnung kann bei sehr kleinen Lasern bzw. Lasern geringen  
15 Gewichts auch geändert werden, so daß sich die Laser und die Elektronik ebenfalls an der Decke in einem gemeinsamen Gehäuse mit der Baugruppe 10 befinden und dann die gesamte Vorrichtung 100 an der Decke befestigt wird. Die Steuerung der Vorrichtung 100 erfolgt dann beispielsweise über eine Fernbedienung. Beide Möglichkeiten sind in Fig. 2 durch die unterbrochene Linie zwischen der Baugruppe 10 und der Baugruppe mit den  
20 alternativen Bezugszeichen 14 und 100 gekennzeichnet.

Weiter sind in Fig. 2 die Größen  $a$  und  $b$  eingezeichnet, die für spätere formelmäßige Berechnungen noch verwendet werden sollen. Die Größe  $a$  ist der Abstand des Projektionskopfes 14 von der Projektionsfläche 101 und  $b$  die dargestellte Bildbreite. Im  
25 Ausführungsbeispiel war der Projektionsabstand  $a = 1,3$  m, und es wurde ein Neigungswinkel  $\chi$  von  $-15^\circ$  vorgesehen. Bei diesen Abmessungen war ein zeichnungsfreies Bild mit einer Bildhöhe von 1,5 m und einer Bildbreite von 2,7 m möglich.

30 Bei einem anderen Ausführungsbeispiel wurde mit einem Winkel von  $\chi = -25^\circ$  und  $a = 2$  m gearbeitet, wobei sich die Größen  $a = 2$  m,  $b = 2,8$  m und  $\chi = 2,1$  ergaben. Dabei betrug der Abstand der oberen Bildkante von der Decke 15 cm. Bei üblichen Raumgrößen kann mit einem derartigem System fast die ganze Wand mit Bildinhalt gefüllt werden kann.

35 Wie aus der Darstellung von Fig. 2 auch ersichtlich ist, ergeben sich aus der Art der Aufstellung der Projektionseinrichtung erhebliche Vorteile für die Bewegungsfreiheit der im

Raum anwesenden Personen. Die Möglichkeit von Bildabschattungen durch zwischen dem Projektor und der Projektionsfläche stehende Personen ist aufgrund der Projektion von der Decke aus drastisch reduziert. Für eine Lösung, bei der Personen vor Gesundheitsschäden durch Laserstrahlen geschützt sind, sind damit geringere Anforderungen als bei Videoprojektionsgeräten aus dem bekannten Stand der Technik gestellt, und die verlangte Sicherheit ist insgesamt mit weniger Aufwand realisierbar.

Wesentlich für eine Schrägprojektion ist, daß die dadurch bedingten Verzeichnungen korrigiert werden können. Diese Verzeichnungen sind auf unterschiedliche Entfernungen zwischen der Austrittspupille der Lichtquelle und Punkten auf der Projektionsfläche zurückzuführen. Bei verschiedenen Winkeln ergeben sich deshalb auch unterschiedliche Strecken auf der Projektionsfläche 101.

Derartige Verzeichnungen lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren korrigieren. Anhand der Figuren 3 bis 6 werden nun verschiedene korrigierbare Verzeichnungen erläutert:

In Fig. 3 ist gezeigt, wie sich allgemein ein rechteckiges Bild bei der Projektion auf einer Projektionsfläche 101 darstellen würde, wenn der Projektor mittig an der Oberseite der Projektionsfläche 8, unter einem Winkel  $\chi$  zu der Projektionsfläche 101 angeordnet wäre. Die obere Bildkante, die in Fig. 3 mit dem Bezugszeichen 20 bezeichnet ist, wäre gegenüber der unteren Bildkante 21 wesentlich verkürzt, die senkrechten Seitenbegrenzungen 22 des rechteckigen Bildes würden dagegen schräg zwischen diesen Kanten verlaufen, so daß sich das in Fig. 3 gezeigte Trapez ergäbe.

Bezüglich der Seitenlinien spricht man in der Fotografie auch von Fallinien. Dieses Phänomen ist bekannt und geht darauf zurück, daß die untere Kante des Bildes 21 vom Projektor weiter entfernt ist als die Bildkante 20, was dazu führt, daß der gleiche Projektionswinkel des Objektivs unterschiedliche Längen der Kanten 20 und 21 auf der Projektionsfläche 101 ergibt.

Diese sogenannte Trapezverzerrung verbietet normalerweise die in den Figuren 1 und 2 gezeigte Geometrie für die Projektion. Der in Fig. 2 gezeigte Aufbau mit einem vom Zentrum der Projektionsfläche 101 entfernten Projektionskopf 14 wird erst möglich, wenn ein geeignetes Kompensationsverfahren für derartige Verzerrungen eingesetzt wird.

Ein derartiges Kompensationsverfahren könnte darin bestehen, die Zeilen eines Videobildes entsprechend kürzer auszubilden, so daß die Zeile 21 auf der Projektionsfläche genauso lang wird wie die Linie 21.

- 5      Dabei wäre jedoch in der TV-Technik allgemein ein Bildpunktverlust zu befürchten, da die Bildpunktauflösung bei herkömmlicher Technik von einer Matrix abhängt, sei es nun die LCD-Matrix des eingangs genannten Stands der Technik oder eine zur Darstellung von Farbbildern benötigte Lochmaske einer Elektronenstrahlröhre. Wenn ein Bild von derartigen Bilderzeugungssystemen auf eine Projektionsfläche projiziert wird, lassen sich Zeilen zur  
10      Kompensation der Verzerrung nur mit einem Verlust an Information in einer Zeile verkürzen.

- Deswegen wird für die Vorrichtung gemäß Figuren 1 und 2 ein anderes Verfahren vorgeschlagen, das dort schon näher erläutert wurde. Dementsprechend wird ein paralleles Lichtbündel kontinuierlich über die Projektionsfläche 101 gerastert. Wegen der hohen  
15      Parallelität und Leistungsdichte sind zur Erzeugung dieses Lichtbündels Laser gut geeignet.

- Der prinzipielle Aufbau derartiger Videoprojektionsgeräte mit einer kontinuierlicher Ablenkung des Lichtbündels ist beispielsweise aus der DE 43 24 849 C2 und der DE 43 24 841 C2 bekannt. Für die technische Verwirklichung eines derartigen Lasersystems wird hier  
20      auf diese Druckschriften und den darin enthaltenen Stand der Technik ausdrücklich hingewiesen.

- Wesentlich für das Kompensieren der in Fig. 3 dargestellten Verzerrungen ist hier einzig, daß das Lichtbündel zur Beleuchtung von Bildpunkten aufgrund der Eigenschaft dieses Bilderzeugungssystems auf jede beliebige Stelle der Projektionsfläche 101 gerichtet werden  
25      kann. Dies ist möglich, weil diese Technik nicht auf ein örtlich festliegendes Bildpunktraster angewiesen ist. Im folgenden soll die dadurch mögliche Kompensation in bezug auf Fig. 3 näher erläutert werden.

- 30      In den Figuren 3 und 5 ist jeweils der erste Bildpunkt der 0-ten Zeile mit  $x_{a0}$  und der letzte Bildpunkt mit  $x_{e0}$  angegeben. Die letzte, die n-te Zeile, beginnt bei  $x_{an}$  und endet am Ort  $x_{en}$ . Dazwischen ist beispielhaft noch eine i-te Zeile mit dem Anfangspunkt  $x_{ai}$  und  $x_{ei}$  bezeichnet.

- 35      Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird nun ein rechteckiges, sich von einer Größe  $x_{ed}$  bis zu einer Größe  $x_{ad}$  erstreckendes Stück 103 aus dem gesamten möglichen trapezförmigen Rasterbereich herausgeschnitten, wie in Fig. 3 verdeutlicht ist. Dabei wird zur Kompensation

jede Zeile nur vom Wert  $x_{ad}$  bis zu einem Wert  $x_{ed}$  gerastert. Die dargestellten Werte  $x_{ad}$  und  $x_{ed}$  wurden als Extremwerte ausgewählt.

5        Natürlich kann  $x_{ad}$  noch etwas größer und  $x_{ed}$  noch etwas kleiner gewählt werden; wichtig für die Auswahl ist allein, daß  $x_{ed}$  kleiner als das Minimum von  $x_{ei}$  und  $x_{ad}$  größer als das Maximum von  $x_{ai}$  ist, wobei  $x_{ed}$  größer als  $x_{ad}$  sein muß.

10        Bei der Kompensation gemäß einem der möglichen Verfahren nach der Erfindung wird die Zeilenrasterung im Projektionskopf 14 mit gleichmäßiger Zeilenzeit  $T$  vorgenommen, wobei in dem Zeitabschnitt, in dem das Lichtbündel zwischen den Punkten  $x_{ai}$  und  $x_{ad}$  auf die Projektionsfläche 101 auftreffen würde, dunkelgetastet wird, während im Bereich von  $x_{ad}$  bis  $x_{ed}$  der gesamte Zeileninhalt bildpunktmäßig ortsrichtig auf die Projektionsfläche 101 projiziert wird, während für die restliche Zeit, beim Rastern von  $x_{ed}$  bis  $x_{ie}$ , dann wieder dunkelgetastet wird.

15        Weil das Videosignal die Bildpunktinformation jeder Zeile in gleichen Zeitintervallen gemäß der gängigen Videonormen bereitstellt, ist es zur Synchronisation des Videosignals zweckmäßig, einen Speicher vorzusehen, in den diese Bildpunktinformation erst eingeschrieben und dann synchron und bildpunktgerecht zum Rastern zwischen den Orten  $x_{ad}$  und  $x_{ed}$  ausgelesen wird.

20        Beim Ausführungsbeispiel wurden kontinuierlich arbeitende Laser, insbesondere Gaslaser eingesetzt. Dabei wurde die unterschiedliche Geschwindigkeit des Schreibens von Bildpunkten durch Skalieren der Helligkeit bezüglich der Beleuchtzeiten des Bildpunktes berücksichtigt, wie einleitend schon beschrieben wurde.

25        Um die entsprechende Bildauflösung zu ermöglichen, wird der Durchmesser des Lichtbündels, der an der Kante 21 am größten ist, im Beispiel von Fig. 3 so gewählt, daß dort die von der darzustellenden Videonorm geforderte Bildauflösung erreicht wird. Das bedeutet andererseits, daß beim Rastern der Zeile 20 die durch den Durchmesser des Lichtbündels mögliche Auflösung höher ist. Dies läßt sich vorteilhaft ausnutzen, indem der Speicher für die Bildpunkte in Zeile 20 für eine größere Anzahl von Bildpunkten ausgelegt wird, als es von der Videonorm verlangt wird. In diesem Fall kann beispielsweise die Zeileninformation für die dann geforderten zusätzlichen Bildpunkte über einen Algorithmus zur Auflösungserhöhung interpoliert werden.

Damit entsteht nicht unbedingt ein Informationsgewinn, da die ganze Information in einer Zeile auch durch die Bandbreite des Videosignals begrenzt ist. Deswegen reicht es aber im allgemeinen auch aus, das auf Leitung "VIDEO in" der Fig. 1 eingeleitete analoge Videosignal mit einer höheren Frequenz als der Bildpunktfrequenz der Videonorm abzutasten. Durch das Abtasten des Analogsignals ergeben sich dann automatisch Zwischenwerte, für die weitere Algorithmen zum Interpolieren entfallen können. Der Speicher, in dem die Videoinformation für die Synchronisation des asynchronen Schreibens in dem Intervall  $[x_{ad}; x_{ed}]$  abgelegt wird, enthält dann eine höhere Anzahl Speicherplätze für die Zeilen, als durch die Bildpunktzahl pro Zeile gemäß Videonorm vorgegeben ist, und die Abtastung zum Einschreiben erfolgt mit entsprechend höherer Frequenz.

Wie anhand von Fig. 3 dargestellt wurde, ergibt sich bei einem senkrecht und mittig zur Projektionsfläche 101 angeordneten Projektionsknopf 14 ein symmetrisches Trapez für die Bildverzerrung. Wenn die Projektionsvorrichtung dagegen wie in Fig. 1 an der rechten oberen Ecke der Projektionsfläche 101  $\epsilon \neq 0$  angeordnet wird, ist das Trapez nicht mehr symmetrisch, dagegen ergibt sich die in Fig. 4 gezeigte Form. Auch diese ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren entzerrbar, allerdings mit Hilfe von Zusatzschritten, wie später noch erläutert werden wird.

Üblicherweise können jedoch auch andere Fehler bei einer Geradprojektion auftreten, die beispielsweise durch Bildfehler eines zweiachsigen Ablenssystems verursacht sind. Im Beispiel von Fig. 5 ist mit dem Umriss für die verzeichnete Fläche 102 eine derartige Verzerrung angedeutet. Die Kompensation dieser sogenannten Kissenverzerrung senkrecht zur Zeilenrichtung läßt sich nun, wie bei der Trapezverzerrung schon dargestellt, auch durch das Verfahren mit entsprechend ausgewählten Größen  $x_{ad}$  und  $x_{ed}$  und entsprechendem Dunkelasten kompensieren.

Ferner ist in Fig. 6 auch ein Beispiel für eine Verzerrung gezeigt, die sich dann ergibt, wenn der vorher beschriebene Winkel  $\chi$  auf Null gesetzt und  $\epsilon$  verschieden von Null gewählt ist. Auch hier ergibt sich wieder eine Trapezverzerrung, die nicht allein durch eine Zeilenkorrektur behoben werden kann, wie auch beim Ausführungsbeispiel von Fig. 4, in dem sowohl der Winkel  $\chi$  als auch der Winkel  $\epsilon$  verschieden von Null sind.

Trotzdem läßt sich dieses Verfahren auch für die Korrektur derartiger Verzerrungen anwenden, wie später noch ausgeführt wird.



In den Figuren 3 bis 6 sind jeweils Ellipsen angegeben, welche die Austrittspupille AP für den Ausgang der Lichtbündel, hier von Laserstrahlen, verdeutlichen soll. Weiter werden die Bezugszeichen 102 und 103 verwendet. Dabei bedeutet das Bezugszeichen 102 das unkorrigierte, verzeichnete Bild, 103 das verfahrensmäßig korrigierte Bild und 101 die Projektionsfläche.

Das Verfahren, das vorhergehend bei flachen Projektionsflächen dargestellt wird, ist jedoch auch bei runden oder kuppelförmigen Projektionsflächen anwendbar, wie sie beispielsweise bei Planetarien oder Flugsimulatoren vorkommen. Hier ergibt sich eine Verzerrung im allgemeinen schon durch den unterschiedlichen Winkel jedes Flächenelements auf der Oberfläche der Projektionsfläche 101 zum Projektionskopf 14. Derartige Beispiele sind in Fig. 7 und Fig. 8 gezeigt, wobei Fig. 7 die Projektion auf die Außenseite einer Projektionsfläche zeigt, während in Fig. 8 ein Beispiel für die Innenseite der Projektionsfläche dargestellt ist. Insbesondere zeigt Fig. 8 eine Geometrie, wie sie bei Planetarien und Flugsimulatoren üblich ist. Die vorherigen Bezugszeichen mit den angedeuteten Flächen sind auch hier mit dem gleichen Bedeutungsinhalt eingetragen. Die zwei Figuren verstehen sich damit von selbst und es wird insbesondere diesbezüglich ausdrücklich auf den Inhalt der Figuren hingewiesen.

Die weitreichenden Möglichkeiten des Verfahrens gestatten eine Kompensation beinahe jeder geometrischen Verzerrung, und sie ist im wesentlichen nur durch die geforderte Auflösung und den erreichbaren Strahlendurchmesser des Lichtbündels begrenzt. Deshalb ist dieses Verfahren wesentlich flexibler als die aus dem Stand der Technik bekannten Kompensationsverfahren einsetzbar, bei denen aufgrund von großem Informationsverlust wegen der Verringerung von Bildpunkten eine Kompensation bei sehr großen Winkeln nicht mehr möglich ist.

In bezug auf Fig. 1 wird der Projektionskopf 14 zum besseren Verständnis der Technik noch näher erläutert. Das durch die Auskoppeloptik parallelisierte Licht wird auf die jeweilige, vor dieser befindliche Facette des Zeilenspiegels 11 geworfen, der sich mit gleichmäßiger Geschwindigkeit um seine Rotationsachse dreht. Dadurch wird eine gleichmäßige Zeilenraasterung mit gleichen Zeilenzeiten  $T$  erreicht. Für die Bildablenkung ist ein Bildspiegel 12 vorgesehen, der als Kippspiegel ausgeführt ist und mit der Bildfrequenz hin und her bewegt wird. Das vom Bildspiegel 12 ausgehende Lichtbündel fällt in eine Vergrößerungsoptik 13 ein, die ein afokales Linsensystem ist, damit das parallel in die Vergrößerungsoptik 13 eintretende Lichtbündel wieder als paralleles Lichtbündel austreten kann. Dieses afokale Linsensystem ist gemäß der Tangensbedingung kompensiert.

Insbesondere heißt das, daß das Verhältnis des Tangens des Ausgangswinkels zum Tangens des Eingangswinkels konstant ist. Beim Ausführungsbeispiel betrug der Wert dieser Konstante 3,5.

5 Aufgrund der Möglichkeit, nahezu alle Verzerrungen bei dem angegebenen Verfahren gut ausgleichen zu können, sollte man annehmen, daß die Ausrichtung der optischen Achse OA der Vergrößerungsoptik 13 keine Rolle spielt. Es hat sich jedoch in der Praxis gezeigt, daß eine besonders gute Auflösung erreicht wird, wenn die Vergrößerungsoptik 13 mit ihrer  
10 optischen Achse in das Zentrum des darzustellenden Bildes, also ungefähr auf die mittlere Zeile und auf eine Position bei  $(x_{ed} + x_{ad})/2$ , eingestellt wird.

Über die Kabelverbindung 9 wurden beim Ausführungsbeispiel die Steuersignale für Rotationsspiegel 11 und Schwenkspiegel 12 sowie auch die Stromversorgung für diese Ablenkeinrichtungen übertragen.

15 Wie vorstehend schon erläutert wurde, wird die Videoinformation einer Zeile zuerst in einem Speicher abgelegt, der dann synchron zur Darstellung, je nach Verzerrung zur gleichmäßigen Bildpunktdichte ausgelesen wird. Die Auslesung kann durch Schaltungen bewirkt werden, die auf einen Ausgang 25 immer dann ein Taktsignal abgeben, wenn ein  
20 neuer Bildpunkt auf die Projektionsfläche 101 geschrieben wird, das heißt, wenn die Farbe bzw. Helligkeit für einen neuen darzustellenden Bildpunkt aus dem Speicher zur Modulation des Lichtbündels ausgelesen werden soll.

In Fig. 9 ist eine digitale Schaltung zur Erzeugung des Taktsignals auf dem Ausgang 25  
25 gezeigt, während in Fig. 10 eine dafür verwendbare analoge Schaltung dargestellt ist.

Für die Steuerung ist gemäß Fig. 9 ein Speicher 26 vorgesehen, der in Fällen, in denen die Kompensation für verschiedene Situationen veränderbar sein soll, ein RAM ist. Dies kann beispielsweise bei unterschiedlichen Anordnungen des Projektionskopfes 14 zur  
30 Projektionsfläche 8 zweckmäßig werden. Die benötigte Information wird dann je nach den beim Anwendungszweck auftretenden Bedingungen eingespeichert. Bei Beispielen, wie bei der gerahmten Projektionsfläche 101 mit einem Projektionskopf 14 an einem Arm, bei denen die Geometrie aufgrund der gleichbleibenden Position des Projektionskopfes 14 zur Projektionsfläche 8 immer festliegt, kann dieser Speicher auch ein ROM sein.

35 Dieser Speicher wird einmal durch ein Binärwort (Zeile i) adressiert, das angibt, welche Zeile i gerade abgebildet wird. Weitere Adreßleitungen, beispielsweise für die niederen

Bitwerte der Adressen des Speichers, werden von dem Ausgang eines Zählers 27 adressiert, der im Prinzip hochzählt, welcher Bildpunkt der Zeile  $i$  zum jeweiligen Zeitpunkt abgebildet wurde.

5 Am Datenausgang des Speichers 26 liegt dann aufgrund der festgelegten Speicherung im ROM bzw. der frei programmierbaren Speicherung im RAM ein Binärwort an, das kennzeichnet, bei welchem Zeitpunkt, vom Anfang einer Zeile an gerechnet, der nächste Bildpunkt geschrieben werden soll. Das digitale Wort gibt die Zeit in Einheiten der Periode einer Frequenz  $f$  wieder, die auf einer Leitung 28 in die Schaltung gemäß Fig. 9 eingespeist  
10 wird. Diese Frequenz  $f$  sollte ein Vielfaches der Bildpunktfrequenz sein, um eine möglichst genaue Position des Lichtbündels für eine Verzerrungskorrektur einzuhalten. Die während des Schreibens einer Zeile ablaufende Zeit wird durch Zählung der Perioden der Frequenz  $f$  mit einem Zähler 29 bestimmt. Die durch den Speicher 26 auf dem Datenausgang 27 digital anliegende Zeit wird mittels eines digitalen Vergleichers 30 mit der im Zähler 29 gezählten  
15 abgelaufenen Zeit verglichen.

Wenn die Zeiten gleich sind, wird ein Taktimpuls auf die Ausgangsleitung 25 gegeben, der dazu verwendet wird, die nächste Bildpunktinformation bei der vorgegebenen Zeileninformation aus dem Bildspeicher auszulesen. Gleichzeitig wird dieser Taktimpuls an  
20 den Eingang des Zählers 27 geführt, dessen digitaler Ausgangswert dann um eins erhöht wird, wonach der digitale Zeitwert für den nächsten Bildpunkt aus dem Speicher 26 ausgelesen wird.

Ferner ist aus der Schaltung von Fig. 9 bei 31 noch der digitale Wert für den Zählerstand herausgeführt, der gleichzeitig zum Adressieren des Bildspeichers für das Auslesen des Informationsgehaltes eines Bildpunktes verwendet wird. Die Zähler 27 und 29 werden weiter  
25 über ein Signal 32 zurückgesetzt, das jeweils am Zeilenanfang gegeben wird, so daß bei jeder neuen Zeile ein definierter Zustand eingestellt ist. Außerdem wird dieses Zeilensynchronisationssignal auf der Leitung 32 dazu verwendet, den ersten Bildpunkt im  
30 Speicher zum Ablegen der Videoinformation wie auch den letzten Bildpunkt auf "schwarz" zu setzen, damit sichergestellt ist, daß das Lichtbündel in den Bereichen  $x_{ei}$  bis  $x_{ad}$  sowie  $x_{ed}$  bis  $x_{ei}$  immer dunkelgetastet ist.

Um die Bildpunktinformation möglichst genau schreiben zu können, sollte, wie vorstehend  
35 schon erwähnt, die Frequenz  $f$  auf der Leitung 28 ein Vielfaches der Zeilenfrequenz der Videonorm betragen. Dabei sollte sie sogar größer als die 3-fache oder sogar 10-fache Bildpunktfrequenz sein. Dieses Erfordernis kann aber durch Grenzfrequenzen des Zählers

29 und des Vergleichs 30 bei sehr hohen Bildpunktfrequenzen nicht in jedem Fall eingehalten werden.

5 In solchen Fällen ist eine analoge Steuerung gemäß Fig. 10 vorzuziehen, die nicht auf eine digitale Darstellgenauigkeit der Zeit angewiesen ist. Die Zeit wird gemäß Fig. 10 durch einen Funktionsgenerator 33 vorgegeben, der an einem Analogausgang einen Sägezahn erzeugt, der zu dem Zeitpunkt beginnt, an dem das Lichtbündel auf die Projektionsfläche 101 auf den Ort  $x_{ai}$  gerichtet wird. Die Steilheit des Sägezahns wird über den Eingang 34 proportional zu  $1/(x_e - x_{ai})$  gesteuert. Der Ausgang des Funktionsgenerators 33 führt an einen  
10 Eingang eines analogen Komparators 34, dessen anderer Eingang 35 mit dem Ausgang eines Integrators 36 verbunden ist. Am Anfang jeder Zeile wird der Ausgang des Komparators 36 über eine Leitung 40 auf Null geklemmt.

15 Auch hier gilt wieder wie beim Ausführungsbeispiel von Fig. 9, daß der erste Bildpunkt und der letzte Bildpunkt des Speichers für die Zeileninformation mit der Information "schwarz" zum Dunkeltasten des Lichtbündels beaufschlagt sind.

In dem Moment, in dem die Spannung vom Ausgang des Funktionsgenerators 33 die Ausgangsspannung des Integrators 34 übersteigt, erzeugt dieser auf der Leitung 25 ein  
20 Signal. Dieses Signal wird durch eine Differenzierschaltung in einen Nadelimpuls gewandelt, der in den Eingang des Integrators 36 eingeleitet wird, so daß sich dessen Ausgangsspannung erhöht. Dadurch sinkt die Ausgangsspannung auf der Leitung 25 wieder ab, da diese Spannung nun größer als die Ausgangsspannung des Funktionsgenerators 33 ist. Sobald die Ausgangsspannung des Funktionsgenerators 33 wieder größer als die  
25 Integratorspannung ist, entsteht auf der Leitung 25 auf diese Weise wieder ein neuer Puls.

So entsteht auf der Leitung 25 ein Takt zum Auslesen der Bildpunktinformationen der im Speicher abgelegten Zeile, wobei die Geschwindigkeit des Auslesens von der durch die Verzerrung gegebenen unterschiedlichen Zeilenlängen aufgrund der über die Steuerleitung  
30 39 zugefügten Information gesteuert wird.

Das vorgenannte Beispiel befaßte sich mit sägezahnförmigem Spannungsverlauf zum gleichmäßigen Aussteuern der Zeileninformation. Will man noch wesentliche nichtlineare Verzerrungen im Bild korrigieren, auf die später noch eingegangen wird, sollte der  
35 Funktionsgenerator 70 in Abhängigkeit des gewünschten Funktionsverlaufs einen von der Sägezahnform unterschiedlichen Signalverlauf zeigen. Dies wird beispielsweise dadurch ermöglicht, daß man in Abhängigkeit von digitalen Signalen auf der Steuerleitung 39 einem

Sägezahn als Grundschiwingung höhere Harmonische gemäß der gewünschten Phase und Amplitude hinzuaddiert.

5 Wie bei den Beschreibungen für Fig. 3 bis Fig. 6 schon angedeutet wurde und auch aus diesen Figuren erkennbar ist, können auch die Zeilenabstände merklich voneinander abweichen. Wenn auch bei kleinen Winkeln  $\chi$  bzw.  $\epsilon$  dieser Fehler kaum erkennbar ist, so ist es bei großen Neigungswinkeln und hochauflösenden Systemen, wie solchen für CAD-Anwendungen, zweckmäßig, auch dafür eine Korrektur durchzuführen.

10 Dies wird möglich, wenn der Bildspiegel 11 abweichend von einer gleichmäßigen Winkeländerung betrieben wird, wie nachfolgend im einzelnen erläutert wird:

In Fig. 11 sind die für die folgenden Berechnungen wichtigen Größen schematisch dargestellt.

15 Der Projektionswinkel  $\chi$  ist der Winkel zwischen der Projektionsachse, also der optischen Achse OA des Ablenksystems, und der als Horizontale H bezeichneten Normalen auf der Projektionsfläche 101. Bezugspunkt des Winkels ist der Ursprung der Strahlablenkung, d.h. bei diesem System mit Vergrößerungsoptik 13 die Austrittspupille AP.

20 Die Winkelgrenzen sind  $0^\circ$ , (horizontal) bis kleiner  $\pm 90^\circ$ , wobei ein negativer Winkel bedeutet, daß die Projektionsrichtung beim Ausführungsbeispiel von Fig. 2 bodenseitig ausgerichtet ist. Ein positiver Winkel bedeutet dagegen, daß die Projektionseinrichtung deckenseitig ausgerichtet ist.

25 Die Vergrößerungsoptik 13 und der Bildspiegel 12 sind so zueinander angeordnet, daß deren Eintrittspupille EP im Ursprung der Strahlablenkung in der Umgebung des Bildspiegels 12 liegt. Der Bildanfang (1. Zeile) ist so definiert, daß die Zeilen in Lichtrichtung gesehen von oben nach unten geschrieben werden, was üblichen Fernsehnormen entspricht. Alle Angaben gelten sowohl für eine Frontprojektion als auch eine Rückprojektion auf einer Projektionsfläche 101.

30 Weitere Größen, die in Fig. 11 dargestellt und/oder in der nachfolgenden Formeln verwendet werden, sind:

35 - der Faktor K ist der Vergrößerungsfaktor der Vergrößerungsoptik 13. Dieser kann in Abhängigkeit vom Ablenkssystem Werte zwischen größer 0 und etwa 200 annehmen;

praktische Werte können bis zu 10 betragen, im Beispiel von Fig. 2 wurde  $K=3,5$  verwendet. Der Fall  $K=1$  beschreibt auch den Fall, bei dem keine Projektionsoptik eingesetzt ist;

- 5       - die Austrittspupille AP bezieht sich auf die winkelvergrößernde Projektionsoptik 13. Diese ist der Ablenkpunkt der Lichtbündel nach Durchlaufen der Vergrößerungsoptik 13. Ohne Vergrößerungsoptik 13 kann dieser räumlich fixierte Ablenkpunkt durch den Auftreffpunkt eines Laserstrahls auf einem strahlablenkenden Spiegel liegen.
  
- 10       - die Größe  $a$  ist der Abstand zwischen der Austrittspupille AP und der Projektionsfläche 101. In den folgenden Rechenbeispielen ist der Abstand  $a$  auf 1 normiert und die später angegebenen Gleichungen können jedoch für dimensionsbehaftete Größen durch entsprechende Multiplikation für die Auslegung verschiedener Vorrichtungen angewandt werden.
  
- 15       - die Größe  $h$  ist die Höhe des Bildes;  
        - die Größe  $e$  ist der Abstand auf der Projektionsfläche zwischen der optischen Achse OA und der Horizontalen H, gemessen auf der Projektionsfläche 101;  
        - der Winkel  $\alpha$  ist der optisch wirksame Gesamtablenkwinkel des Bildspiegels 12;
- 20       - die Winkel  $\alpha_i$  bezeichnen die Ablenkwinkel des Bildspiegels 12 bezogen auf die Projektionsachse OA und den Ablenkpunkt des Bildspiegels für die jeweilige Zeile  $i$ ;  
        - die Größe  $s$  ist der Abstand der ersten Zeile (Bildanfang) von der Horizontalen H auf der Projektionsfläche 101;  
        - die Größen  $s_i$  sind die Abstände der Zeilen  $i$  von der Horizontalen H;
- 25       - die Winkel  $\gamma_i$  bezeichnen die Projektionswinkel zwischen den Geraden |Zeile  $i$  - Austrittspupille AP| und der Horizontalen H;  
        - die Winkel  $\delta_i$  sind die Projektionswinkel zwischen der Geraden |Zeile  $i$  - Austrittspupille AP| und der optischen Achse OA hinter dem Projektionskopf 14;  
        -  $z$  bezeichnet die Anzahl der Zeilen  $z = n+1$  und
- 30       -  $i$  ist ein Index mit  $i = (0, 1, \dots, n)$  und  $n = z-1$ .

Nachfolgend werden anhand von Fig. 11 verschiedene Korrekturen für Bildverzeichnungen beschrieben.

A. Korrektur der Zeilenabstände infolge des Tangensfehlers in Bildrichtung und bei einer vertikalen Neigung  $\chi$  der optischen Achse OA des Projektionskopfes 14 gegen die Projektionsfläche 101 mit Hilfe der Ablenkwinkel  $\alpha_i$  für jede Zeile i:

- 5 1. Bestimmung des Abstands s der ersten Zeile (oberste Zeile) von der Horizontalen H zur Austrittspupille (Lage des Bildanfangs):

Bei Projektionsabstand a = 1 (normiert); und mit

$$\frac{h}{2} = \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) * K \text{ und } e = \tan(\chi) \text{ ergibt sich}$$

$$s = \tan(\chi) + \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) * K$$

10

mit  $\chi$  Neigung der Projektionsachse  
 $\alpha$  Ablenkwinkel des Bildspiegels  
 K Winkelvergrößerung

- 15 Von dieser durch den Abstand s bestimmten Strecke an werden die gleichen Abstände der weiteren Zeilen berechnet, die am Ende dieser Berechnung unterschiedlich große Winkelschritte  $\alpha_i$  des Bildspiegels 12 pro Zeile ergeben.

- 20 2. Abstände  $s_i$  der jeweiligen Zeile  $i = (0, 1, 2, \dots, n)$  von der Horizontalen H durch die Austrittspupille auf der Projektionsfläche (bodenseitig von der Horizontalen zur Austrittspupille auf der Projektionsfläche negative Maße, deckenseitig positive Maße):

$$s_i = s - h * \frac{i}{n}$$

$$s_i = \tan(\chi) + \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) * K - 2 * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) * K * \frac{i}{n}$$

25

wobei  $i/n$  die Auflösung in Bildrichtung (Zeilenanzahl  $z = n+1$ ) und  
 h die Bildhöhe bei Abstand a = 1 bedeutet.

- 30 3. Projektionswinkel  $\gamma_i$  zwischen der Geraden [Zeile  $i = (0, 1, 2, \dots, n)$  - Austrittspupille AP] und Horizontalen H auf der Projektionsfläche, berechnet aus dem Zeilenabstand  $s_i$  jeder Zeile:

$$\gamma_i = \arctan(s_i)$$

$$\gamma_i = \arctan\left(\tan(\chi) + \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) * K - 2 * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) * K * \frac{i}{n}\right)$$

4. Projektionswinkel  $\delta_i$  zwischen der Geraden |Zeile i - Austrittspupille AP| und der optischen Achse OA des Projektionskopfes bezogen auf die Austrittspupille AP der Vergrößerungsoptik:

5

$$\delta_i = \gamma_i - \chi$$

$$\delta_i = \arctan(\tan(\chi) + \tan(\frac{\alpha}{2}) * K - 2 * \tan(\frac{\alpha}{2}) * K * \frac{i}{n}) - \chi$$

10

5. Ablenkwinkel  $\alpha_i$  für jede Zeile i bezogen auf die optische Achse OA des Projektionskopfes 14 und den Ablenkpunkt des Bildspiegels 12:

$$\alpha_i = \arctan \frac{\tan(\delta_i)}{K}$$

$$\alpha_i = \arctan \frac{\tan(\arctan(\tan(\chi) + \tan(\frac{\alpha}{2}) * K - 2 * \tan(\frac{\alpha}{2}) * K * \frac{i}{n}) - \chi)}{K}$$

15

Diese Funktion  $\alpha_i = f(i, \chi, K)$  ist proportional der Steuerspannung, wenn der Bildspiegel ein Kippspiegel wie in den Ausführungsbeispielen ist. Bewirkt die Vergrößerungsoptik keine Winkelveränderung, gilt  $K = 1$ . Wird keine Schrägprojektion vorgenommen, ist  $\chi = 0$ , und bei Ansteuerung des Winkels  $\alpha$  gemäß dieser Gleichung wird allein eine Korrektur des Tangensfehlers in Bildrichtung vorgenommen.

20

Die hier angegebenen Berechnungen können in einer Schaltungsanordnung gemäß Fig. 15 elektronisch nachgebildet werden. Der Bildspiegel 12 wird dabei für eine Bildraasterung gemäß der Winkelablenkfunktion  $\alpha_i = f(i, \chi, K)$  gemäß Fig. 16 abgelenkt.

25

Ähnlich kann auch eine Entzerrung bezüglich der Bildpunktdichte, also in Richtung der Zeilen i, korrigiert werden, die insbesondere bei sehr großen Winkeln  $\epsilon$  wesentlich werden kann.

30

Bei einem zweiachsigen Ablensystem, wie bei den Ausführungsbeispielen, tritt auch immer ein sogenannter Kissenverzeichnungsfehler auf, wie er anhand von Fig. 5 dargestellt wurde. Dem Fehler der Zeilenlänge infolge einer Schrägprojektion mit dem Neigungswinkel  $\chi$  ist auch dieser Kissenverzeichnungsfehler überlagert.



Die entsprechenden Größen für die Berechnung der Korrekturen der Zeilenlängen und der Bildpunktabstände in jeder Zeile sind in Fig. 12 teilweise veranschaulicht:

- der Winkel  $\beta$  ist der optisch wirksame Gesamtablenkwinkel des Zeilenspiegels 11. Das Winkelverhältnis des vorher betrachteten Winkels  $\alpha$  und dem hier betrachteten Winkel  $\beta$  bestimmt sich aus den konstruktiven Eigenschaften (mechanisch/optisch) des Zeilenspiegels 11 und des Bildspiegels 12 und dem Seitenverhältnis Breite  $b$  zu Höhe  $h$  des Bildes, das im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 4:3 betrug;
- die Winkel  $\beta_i$  sind die Ablenkwinkel des Zeilenspiegels für jede Zeile  $i$  (Zeilenöffnungswinkel);
- die Größen  $L_i$  bezeichnen die Längen der Zeilen  $i$  und haben einen Betrag von  $x_{de} - x_{di}$ ;
- die Größen  $a_i$  sind die Projektionsabstände jeder Zeile  $i$ , gemessen von der Austrittspupille AP zur jeweiligen Zeilenmitte;
- der Korrekturfaktor für die Kissenverzeichnung wird zu  $c_i$  angesetzt;
- die Größen  $f_i$  sind Korrekturfaktoren für die Zeilenlänge infolge der vertikalen Projektionsneigung  $\chi$ ;
- die Größen  $R_i$  sind die Korrekturfaktoren für die Zeilenlänge;

B. Korrektur des Zeilenöffnungswinkels  $\beta_i$ , d.h. in der Bilddarstellung die Zeilenlänge  $L_i$  jeder Zeile  $i$ :

1. Korrektur der Kissenverzeichnung eines zweiachsigen Ablenksystems zum bildpunktweisen und zeilenweisen Schreiben von Bildern mit einer punktförmigen Austrittspupille und einem Bildablenkwinkel  $\alpha$ :

$$c_i = \cos(\alpha_i)$$

Dieser Korrekturfaktor  $c_i$  tritt auch bei einer geraden Projektion ( $\chi = 0^\circ$  und  $\epsilon = 0^\circ$ , gemäß Fig. 5) und bei einer Schrägprojektion mit einer Projektionsschräge ( $\epsilon \neq 0^\circ$ , gemäß Fig. 4 und Fig. 6) auf und sollte für ein verzeichnungsfreies Bild korrigiert werden. Ein Systemvorteil besteht darin, daß die Winkelvergrößerung  $K$  der Projektionsoptik 13 keinen Einfluß auf diesen Korrekturfaktor hat.

2. Korrektur unterschiedlicher Zeilenlängen infolge einer Projektionsneigung  $\chi$  (Fig. 4 und Fig. 6):

Zwischen dem Projektionsabstand  $a_i$  einer Zeile  $i$ , gemessen von der Austrittspupille AP zur jeweiligen Zeilenmitte auf der Projektionsfläche 101, und der Zeilenlänge  $L_i$  besteht eine lineare Abhängigkeit, die der Bildbreite  $b = x_{de} - x_{da}$  entspricht. Der Korrekturfaktor  $f_i$  ist das Verhältnis des Projektionsabstandes der Zeile  $i$  mit Schrägprojektion zum Projektionsabstand der Zeile  $i$  ohne Schrägprojektion.

Mit  $a_i = \frac{a}{\cos(\gamma_i)}$  ergibt sich der Korrekturfaktor:

$$f_i = \frac{\cos(\gamma_i)}{\cos(\gamma_i) \text{ für } \chi = 0}$$

$$f_i = \frac{\cos(\arctan(\tan(\chi) + \tan(\frac{\alpha_i}{2}) * K - 2 * \tan(\frac{\alpha_i}{2}) * K * \frac{i}{n})))}{\cos(\arctan(\tan(\frac{\alpha_i}{2}) * K - 2 * \tan(\frac{\alpha_i}{2}) * K * \frac{i}{n})))}$$

3. Der Korrekturfaktor für die elektronische Korrektur der Zeilenlänge bestimmt sich ferner gemäß:

$$R_i = f_i * c_i \text{ zu}$$

$$R_i = \frac{\cos(\arctan(\tan(\chi) + \tan(\frac{\alpha}{2}) * K - 2 * \tan(\frac{\alpha}{2}) * K * \frac{i}{n})))}{\cos(\arctan(\tan(\frac{\alpha}{2}) * K - 2 * \tan(\frac{\alpha}{2}) * K * \frac{i}{n})))} * \cos(\alpha_i)$$

Daraus läßt sich der Zeilenöffnungswinkel  $\beta_x$  jeder Zeile berechnen zu:

$$\beta_i = R_i * \beta.$$

Bei einem Zeilenspiegel ist eine direkte Ansteuerung eines Kippspiegels im allgemeinen mit einer Winkelablenkfunktion bei herkömmlichen Videofrequenzen nicht möglich, wenn man nicht spezielle Kippspiegel, beispielsweise gemäß DE 195 47 584, einsetzt. Bei konstanter Winkelablenkgeschwindigkeit des Zeilenspiegels - im Beispiel der Fig. 1 ein Polygonspiegel - dient der Faktor  $R_i$  als Skalierungsgröße für die beschriebene Skalierung der Zeilenlänge  $L_i$  bei der Transformation gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren  $x_{ei}, x_{ai} \rightarrow x_{ad}, x_{id}$ . Der Zeilenablenkwinkel  $\beta$  ist dabei eine feste Größe, die durch die Geometrie der Facetten des

Zeilen spiegels vorgegeben und ferner über die Rotationsgeschwindigkeit das Zeitintervall  $T$  für jede Zeile bestimmt ist.

Die Einstellung der Zeilenlänge, d.h. die Bestimmung des Zeilenanfanges  $x_{ad}$  und des Zeilenendes  $x_{ed}$ , erfolgt über die Zuordnung der Helligkeits- und Farbmodulation der Bildpunkte zur Stellung der Facettenfläche des Polygonspiegels (Zeilen Spiegel). Eine entsprechende vollständige Steuerschaltung wird später erläutert.

Gemäß Fig. 12 hat der Projektionskopf 14 beispielhaft eine Schrägstellung zur Projektionsfläche mit einem Projektionswinkel  $\varepsilon = -15^\circ$ . Der Projektionswinkel  $\varepsilon$  ist der Winkel zwischen der Projektionsachse, die der optischen Achse OA des Ablenssystems entspricht, und der als Vertikale V bezeichneten Normalen auf die Projektionsfläche 101, wie auch aus Fig. 6 ersichtlich ist. Bezugspunkt des Winkels ist der Ursprung der Strahlablenkung, d.h. bei diesem System mit winkervergrößernder Projektionsoptik 13 die Austrittspupille AP der Vergrößerungsoptik 13.

Die Winkelgrenzen sind  $0^\circ$  - keine Schrägstellung - und  $\pm 90^\circ$ , wobei ein negativer Winkel bedeutet, daß der Projektionskopf 14 zum Zeilenanfang hin schräggestellt ist. Dementsprechend bedeutet ein positiver Winkel, daß der Projektionskopf 14 zum Zeilenende hin schräggestellt ist. Für diese Festlegung wurde weiter angenommen, daß die Projektionsfläche eine Rückprojektionsfläche ist und die Zeilen vom Betrachter aus gesehen von links nach rechts geschrieben werden.

Die Vergrößerungsoptik 13 und der Zeilen Spiegel 11 sind so zueinander angeordnet, daß die Eintrittspupille EP der Projektionsoptik im Ursprung der Strahlablenkung in der Umgebung des Zeilen spiegels 11 liegt. Der Zeilenanfang sei so definiert, daß die Zeilen vom Zuschauer aus von links nach rechts geschrieben werden, was üblichen Fernsehnormen entspricht.

Weitere Größen, die in Fig. 12 dargestellt und/oder in den nachfolgenden Formeln verwendet werden, seien nachfolgend angegeben:

- die Größen  $\beta_{yi}$  sind Ablenkwinkel des Zeilen spiegels für jeden Bildpunkt  $y$  einer Zeile  $i$  bezogen auf die Projektionsachse OA des Ablenssystems 14 und den Ablenkpunkt des Zeilen spiegels für die jeweilige Zeile  $i$ ;
- die Größe  $g$  bezeichnet den Abstand auf der Projektionsfläche zwischen der Projektionsachse und der Vertikalen V zur Austrittspupille auf die Projektionsfläche;

- die Größen  $a_{yi}$  sind Projektionsabstände jedes Bildpunktes jeder Zeile  $i$ , gemessen von der Austrittspupille AP zur jeweiligen Zeilenmitte;
- die Größen  $t_i$  sind die jeweiligen Abstände des ersten Bildpunktes von der Vertikalen zur Austrittspupille auf die Projektionsfläche;
- 5    - die Größen  $t_{yi}$  sind die jeweiligen Abstände der Bildpunkte  $y$  jeder Zeile  $i$  von der Vertikalen zur Austrittspupille auf die Projektionsfläche;
- die Winkel  $\zeta_{yi}$  sind die Projektionswinkel zwischen der Geraden |Bildpunkte  $y$  in der Zeile  $i$  - Austrittspupille AP| zur Vertikalen  $V$ ;
- die Winkel  $\xi_{yi}$  sind die Projektionswinkel jeweils zwischen der Geraden |Bildpunkte  $y$  in der Zeile  $i$  - Austrittspupille AP| und der optischen Achse OA hinter dem Ablenkssystem 14; dabei sind
- 10    -  $p$  bezeichnet die Anzahl der Bildpunkte  $p = m+1$  innerhalb einer Zeile und  $y$  ein Index, mit  $y = (0, 1, \dots, m)$  und  $m = p-1$ .
  
- 15    C.        Korrektur der Bildpunktabstände (Ablenk winkelfunktion des Zeilenspiegels  $\beta_{yi}$ ) infolge des Tangensfehlers in Zeilenrichtung und bei einer Schrägprojektion infolge einer Neigung  $\chi$  und/oder einer Schrägstellung  $\varepsilon$ . Diese Berechnung muß für jede Zeile  $i = (0, 1, 2, \dots, n)$  erfolgen
  
- 20    1.        Bestimmung des Abstandes des ersten Bildpunktes  $t$  (erster Bildpunkt liegt am Zeilenanfang) von der Vertikalen  $V$  mit
 
$$\frac{b_i}{2} = \tan\left(\frac{\beta_i}{2}\right) * K \text{ und } g = \tan(\varepsilon) \quad \text{wird}$$

$$t_i = \tan(\varepsilon) + \tan\left(\frac{\beta_i}{2}\right) * K$$
  
- 25    Von diesem Abstand  $t_i$  an werden die gleichen Abstände der weiteren Bildpunkte berechnet, die am Ende dieser Berechnung unterschiedlich große Ablenkwinkel  $b_{yi}$  des Zeilenspiegels 11 pro Bildpunkt  $y$  in jeder Zeile  $i$  ergeben.
  
- 30    2.        Abstände der Bildpunkte  $y = (0, 1, 2, \dots, m)$  von der Vertikalen  $V$  durch die Austrittspupille auf die Projektionsfläche:

$$t_{yi} = t_i - b_i * \frac{y}{m}$$

$$t_{yi} = \tan(\varepsilon) + \tan\left(\frac{\beta_i}{2}\right) * K - 2 * \tan\left(\frac{\beta_i}{2}\right) * K * \frac{y}{m}$$

mit  $y/m$  Auflösung in Zeilenrichtung (Bildpunktzahl  $p = m+1$ )  
 b Bildbreite bei Abstand  $a = 1$

- 5 3. Projektionswinkel  $\xi_{yi}$  zwischen der Geraden |Bildpunkt  $y = (0, 1, 2, \dots, m)$  - Austrittspupille AP| zur Vertikalen V auf der Projektionsfläche, berechnet aus dem Bildpunkt Abstand  $t_{yi}$  jedes Bildpunktes  $y$  in jeder Zeile  $i$ :

$$\zeta_{yi} = \arctan(t_{yi})$$

10 
$$\zeta_{yi} = \arctan(\tan(\varepsilon) + \tan(\frac{\beta_i}{2}) * K - 2 * \tan(\frac{\beta_i}{2}) * K * \frac{y}{m})$$

4. Projektionswinkel  $\xi_{yi}$  zwischen den Geraden |Bildpunkt  $y$  - Austrittspupille AP| bezogen auf die optische Achse OA des Ablenksystems:

15 
$$\xi_{yi} = \zeta_{yi} - \varepsilon$$

$$\xi_{yi} = \arctan(\tan(\varepsilon) + \tan(\frac{\beta_i}{2}) * K - 2 * \tan(\frac{\beta_i}{2}) * K * \frac{y}{m}) - \varepsilon$$

5. Projektionswinkel  $\beta_{yi}$  für jeden Bildpunkt  $y$  jeder Zeile  $i$  bezogen auf die optische Achse OA des Projektionskopfes 14 und den Ablenkpunkt des Zeilenspiegels 11:

20

$$\beta_{yi} = \arctan \frac{\tan(\xi_{yi})}{K}$$

$$\beta_{yi} = \arctan \frac{\tan(\arctan(\tan(\varepsilon) + \tan(\frac{\beta_i}{2}) * K - 2 * \tan(\frac{\beta_i}{2}) * K * \frac{y}{m}) - \varepsilon)}{K}$$

- 25 Diese Funktion  $\beta_{yi} = f(i, y, \varepsilon, K)$  (siehe dazu die graphischen Darstellungen in den Figuren 18 und 19) wird einer Steuerspannung des Zeilenspiegels direkt aufgebracht, wenn eine Ablenkeinrichtung verwendet würde, deren Auslenkwinkelstellung sich innerhalb einer Zeile durch eine elektrische Größe mit genügend hoher Dynamik einstellen ließe.

- 30 Bei der Verwendung eines Polygonspiegels als Zeilenspiegel 11 bei üblichen Normanforderungen von Videobildern kann der Bildpunkt Abstand allerdings auch durch eine

zeitliche Modulation der Bildpunktfrequenz eingestellt werden, wie dies vorhergehend schon beschrieben wurde.

5 D. Korrektur des Bildinhaltes infolge einer Schräge  $\epsilon$  der Projektionsachse der Ablenkeinheit auf die Projektionsfläche (die Neigung  $\chi$  ist hier  $0^\circ$ ) oder infolge einer Neigung  $\chi$  und einer Schräge  $\epsilon$ .

10 Alle Helligkeits- und Farbwerte eines Bildpunktes müssen den Winkelstellungen des Ablenksystems zugeordnet werden, die im Beispiel einem Rechteck (Bildbereich 103) entsprechen, das von dem eigentlich von der Ablenkeinrichtung (Zeilen Spiegel und Bild Spiegel) abgerasterten Bereich vollständig überdeckt ist. Dabei werden zunächst die Zeilenabstände eines Bildes, die Zeilenlängen und die Bildpunktstände innerhalb der Zeilen für die jeweiligen Projektionsverhältnisse gemäß der unter A, B und/oder C  
15 dargestellten Rechnungen optimiert und für diese geometrisch optimierte Bildpunkttrasterung in Zeilenrichtung und Bildrichtung für jeden nun darstellbaren Bildpunkt aus den vorliegenden R-G-B-Videodaten eine neue Videoinformation berechnet.

Verfahren zur Aufbereitung eines Videobildes, insbesondere zur Auflösungserhöhung, sind zum Beispiel aus der DE 195 17 357 C1 bekannt.

20 Das hier beschriebene Verfahren ist äquivalent anzuwenden, um Bildverzerrungen auf einer gekrümmten Projektionsfläche entsprechend den Figuren 7 und 8 zu reduzieren. Voraussetzung ist allerdings, daß die Verzeichnungswirkung der Projektionsfläche bekannt ist sowie als Datensatz in die Videoinformation eingearbeitet oder in die Elektronik des  
25 Projektionsgerätes eingegeben wird.

Die Transformation vom verzerrten zum entzerrten Bild kann mittels ROM oder RAM erfolgen, wie anhand von Fig. 9 schon dargestellt wurde. Die Speicherwerte von ROM oder RAM errechnen sich nach den obigen Gleichungen.

30 In Figur 4 ist die Austrittspupille AP gegenüber der Bildmitte sowohl um den Winkel  $\chi$  horizontal als auch um den Winkel  $\epsilon$  vertikal versetzt. Der mit einer unterbrochenen Linie dargestellte Rahmen zeigt die Verzerrung eines nicht korrigierten Bildes 102.

35 Der durchgezogene Rahmen zeigt die Verzerrung eines nicht korrigierten Bildes 102.

Der durchgezogene Rahmen zeigt den Bereich, in dem Bildpunkte intensitäts- und farbmoduliert werden und durch die Ablenkeinrichtung zur Darstellung gebracht werden und ein weitestgehend unverzerrtes Bild 103 erzeugen.

- 5 Die Punktlinien zeigen hier den Verlauf der gerasterten Zeilen, und es ist ersichtlich, daß eine einfache Zeilenabstandskorrektur gemäß Abschnitt A, eine Skalierung der Zeilenlänge gemäß Abschnitt B und eine Bildpunktstandskorrektur gemäß Abschnitt C nicht ausreichend sind.
- 10 Hier ist es für eine unverzerrte Bilddarstellung zweckmäßig, daß die Videoinformation (Helligkeit und Farbe) jedes Bildpunktes über die Rechnung gemäß Abschnitt D derart Neuberechnet wird, daß die Position von geometrisch optimal korrigierten, darzustellenden Bildpunkten innerhalb der jeweiligen Zeilen ortsrichtig bestimmt ist.
- 15 Figur 7 zeigt die Verhältnisse am Beispiel einer Frontprojektion auf einen konkaven Projektionsschirm 101, der zum Beispiel die rückstreuende Hülle eines Ballons ist. Normalerweise liefert der Projektor 100 ein verzerrtes Bild 102. Prinzipiell ist bis zu einem Grenzwinkel, der durch die Tangenten, die vom Projektionszentrum aus an eine gewölbte Fläche angelegt sind, gebildet wird, eine Bilddarstellung möglich. Aufgrund des vom
- 20 Projektionszentrum aus abnehmenden Winkels der auf den Projektionsschirm auftreffenden Lichtstrahlen vergrößert sich die Verzeichnung des Bildes mit zunehmendem Abstand vom Projektionszentrum. Dieser Verzeichnung kann durch eine Korrektur der Zeilenabstände und Neuberechnung der gerasterten Bildpunkte des unverzerrten Bildes 103 unter Berücksichtigung der Verzeichnungswirkung der Projektionsfläche gemäß den in den
- 25 Abschnitten A, B, C und D angegebenen Berechnung entgegengewirkt werden.

Für die verschiedenen Korrekturen bezüglich den vorhergehend beispielhaft genannten Flächen können zur Entzerrung die im folgenden näher erläuterten Verfahren durchgeführt werden.

30

In Figur 3 ist die Austrittspupille AP gegenüber der Bildmitte des darzustellenden Bildes um den Winkel  $\chi$  horizontal versetzt. Der mit einer unterbrochenen Linie gezeigte Rahmen zeigt die Verzerrung eines nicht korrigierten Bildes 102.

35

Der durchgezogene Rahmen zeigt den Bereich, in dem Bildpunkte intensitäts- und farbmoduliert werden, durch das Ablenssystem zur Darstellung gebracht werden und ein weitestgehend unverzerrtes Bild 103 erzeugen. Zur Bildberechnung für eine Entzerrung

werden die Rechnungen gemäß der Abschnitte A, B und C vorgenommen, wobei in den Gleichungen  $\varepsilon = 0^\circ$  und  $\chi \neq 0^\circ$  gesetzt wird.

5 In Figur 6 ist die Austrittspupille AP gegenüber der Bildmitte um den Winkel  $\varepsilon$  vertikal versetzt. Der mit einer unterbrochenen Linie dargestellte Rahmen zeigt die Verzerrung eines nicht korrigierten Bildes 102.

Der durchgezogene Rahmen zeigt den Bereich, in dem Bildpunkte intensitäts- und farbmoduliert werden, durch das Ablenssystem zur Darstellung gebracht werden und ein  
10 weitestgehend unverzerrtes Bild 103 erzeugen.

Die Punktlinien zeigen hier den Verlauf der gerasterten Zeilen, und es ist ersichtlich, daß eine einfache Zeilenabstandskorrektur gemäß Abschnitt A, eine Skalierung der Zeilenlänge gemäß Abschnitt B und eine Bildpunktabstandskorrektur gemäß Abschnitt C nicht  
15 ausreichend sind.

Hier muß die Videoinformation (Helligkeit und Farbe) jedes Bildpunktes für eine verzerrungsarme Bilddarstellung gemäß des Schrittes D neu berechnet und den geometrisch optimal korrigierten darzustellenden Bildpunkten innerhalb der jeweiligen  
20 Zeilen zugeordnet werden.

Eine Neuberechnung des Bildes gemäß Schritt D läßt sich hier (Fig. 6) jedoch vermeiden, wodurch der Aufwand verringert wird, wenn nach der Vorschrift des später folgenden Abschnitts E gehandelt wird.  
25

Eine Grenze ist jedoch dadurch gegeben, daß der kollineare Lichtstrahl mit an sich rundem Querschnitt mit zunehmendem Projektionswinkel oval wird und somit die verschiedenen Bildpunkte ineinanderlaufen, und daß die Reflexions- und Streuverhältnisse unter Winkel für eine Bildwiedergabe nicht mehr ausreichen.  
30

Figur 8 zeigt die Verhältnisse am Beispiel einer Frontprojektion auf einen konvexen Projektionsschirm 101, der zum Beispiel die streuende Innenfläche einer Kuppel ist, wie diese in einem Planetarium Anwendung findet.

35 Beim Rastern der Bildpunkte in kartesischen Koordinaten liefert der Projektor 100 ein verzerrtes Bild 102. Unverzerrte Bilder waren bisher nur dann darstellbar, wenn der



Projektor im Mittelpunkt einer konvexen Projektionsfläche steht und in Polarkoordinaten gerastert wird.

5 In allen anderen Fällen entsteht eine Bildverzeichnung. Dieser Verzeichnung kann durch eine Korrektur der Zeilenabstände und Neuberechnung der gerasterten Bildpunkte des unverzerrten Bildes 103 unter Berücksichtigung der Verzeichnungswirkung der Projektionsfläche gemäß den in den Abschnitten A, B, C und D angegebenen Gleichungen entgegengewirkt werden.

10 Ergänzend zu den oben genannten Korrekturmöglichkeiten ist es grundsätzlich möglich, die Bildinformation auf elektronischem Wege um  $90^\circ$  zu drehen, mit der Folge, daß die in Fig. 2 dargestellte Projektoranordnung ein um  $90^\circ$  gedrehtes Bild darstellt und der Zeilenspiegel (Polygonspiegel) die Bildhöhe und der Bildspiegel (Kippspiegel) die Bildbreite realisiert.

15 Im folgenden sei nun der schon erwähnte Schritt E erläutert:  
E: Drehung des Bildes um  $90^\circ$ , Drehung der Ablenkeinrichtung des Projektors um  $90^\circ$  und Anwendung der Berechnungen gemäß A, B und C in Anlehnung an das Verfahren gemäß Figur 3, mit der Maßgabe, daß in den Formeln  $\chi$  durch  $\epsilon'$  und  $\epsilon$  durch  $\chi'$  ersetzt werden, wobei  $\epsilon' \neq 0^\circ$  und  $\chi' = 0^\circ$  sind. Diese alternative Korrekturmöglichkeit wird anhand von Fig.  
20 13 im einzelnen dargestellt.

Zunächst wird ein in Zeilen gerastertes Bild dargestellt, wobei die Zeilen in horizontaler Richtung verlaufen. Nach Drehung der Ablenkeinrichtung um  $90^\circ$  verlaufen die Zeilen dann in vertikaler Richtung.

25 Nachfolgend sei nun auch das Bild um  $90^\circ$  gedreht, und es entsteht wieder ein seitenrichtiges Bild, jedoch entspricht die Bildbreite nur der ursprünglichen Bildhöhe. Durch eine Anpassung der Zeilenzahl an die Zahl der Bildpunkte einer Zeile und eine Anpassung der Bildgröße mittels einer Variooptik erhält man das ursprüngliche Bild, allerdings mit dem  
30 Unterschied, daß die Information, die ursprünglich in Zeilenablenkrichtung gerastert wurde, nun in Bildablenkrichtung gerastert wird und umgekehrt. Diese Vorgehensweise ist insbesondere für eine Projektionseinrichtung zweckmäßig, die unter einer Schräge mit dem Winkel  $\epsilon \neq 0$  zur Projektionswand steht, wie dies in Fig. 14 beispielhaft dargestellt ist. Somit ist eine Schrägprojektion mit einer Schräge gemäß Fig. 6 auf eine Schrägprojektion mit einer Neigung gemäß Fig. 3 zurückzuführen:  
35

Zur Durchführung derartiger Drehungen wird die Bildpunktinformation beispielsweise in einer RAM zeilenmäßig abgelegt und beim Auslesen spaltenweise senkrecht zur Zeilenrichtung ausgelesen oder umgekehrt. Dann sollte der Speicherplatz im RAM so bemessen werden, daß auch die Informationen für die dunkelzutastenden Bildpunkte in den  
5 jeweiligen Zeilenintervallen für die Strecken  $(x_{ai}; x_{ad})$  sowie  $(x_{ed}; x_{ei})$  im RAM abgelegt werden können. Bei dieser Art der Speicherung muß dann auch keine spezielle Elektronik mehr zum Dunkelasten verwendet werden, da dann für die Bildpunkte zum Schreiben der Intervalle  $(x_{ai}; x_{ad})$  und  $(x_{ed}; x_{ei})$  Dunkelwerte gespeichert werden. Die Speicherinformation wird dann einfach sequentiell ausgelesen.

10

Fig. 15 zeigt eine Steuerschaltung zur Erzeugung einer Ablenk winkelfunktion für einen Kippspiegel, wie er als Bildspiegel 12 im Ausführungsbeispiel von Fig. 1 eingesetzt wurde. Dann ist die berechnete Ablenk winkelfunktion  $\alpha_i$  die Steuergröße.

15

Mit Hilfe eines Funktionskontrollers 72 werden die Winkelwerte  $\alpha_i$  für die Erzeugung der Steuerspannung  $U_G$  für den Bildspiegel aus dem Funktionsspeicher 71 ausgelesen und einem D/A-Wandler 73 zugeführt.

20

Das Generieren der Ablenkfunktion für den Bildspiegel wird mit Hilfe eines Takt- und Synchronsignalgenerators 76 über die Synchronsignale des auszugebenden Videobildes synchronisiert und getaktet. Die Aufgabe des Mikrokontrollers 75 besteht in der Grundinitialisierung und Programmierung des programmierbaren Funktionsgenerators 70 sowie der Bereitstellung und dem Laden der korrigierten Ablenkfunktion über den Datenkontroller 74 in den Funktionsspeicher 71. Eine Änderung von Parametern oder der  
25 Ablenkfunktion für den programmierbaren Funktionsgenerator kann über den I<sup>2</sup> C-Bus von einer übergeordneten Einrichtung aus erfolgen.

25

Fig. 16 zeigt den Verlauf des vertikalen Öffnungswinkels  $\alpha_i$  als Funktion des Zeilenabstandes  $i$  für eine Vorrichtung 100. Die Berechnungen erfolgen nach den in  
30 Abschnitt A entwickelten Gleichungen.

30

Eine Kurve 78 zeigt den Verlauf für eine Vorrichtung 100 zur Darstellung eines Bildes gemäß Fig. 5, bei dem die Projektionsneigungen  $\chi = 0^\circ$  und  $\varepsilon = 0^\circ$  sind. Dafür wird dann ausschließlich der Tangensfehler in Bildrichtung korrigiert, so daß diese Funktion nur  
35 annähernd eine Gerade ist.

35

Eine andere Kurve 77 zeigt die entsprechende Korrektur für eine Projektion gemäß Fig. 3, bei dem die Projektionsneigungen  $\chi = -15^\circ$  und  $\varepsilon = 0^\circ$  sind. Mit einer derartigen Ablenk winkelfunktion wird erreicht, daß die Zeilen eines Bildes bei einer Schrägprojektion von  $-15^\circ$  mit gleichen Zeilenabständen geschrieben werden.

5

Fig. 17 zeigt die Skalierung des Ablenk winkels  $\beta_i$  des Zeilenspiegels bei einem Projektionssystem in Abhängigkeit von der Zeilenzahl  $i$ . Die Berechnungen erfolgen nach den Gleichungen gemäß Abschnitt B, die auch den zeitlichen Verlauf für das Darstellen der einzelnen Bildpunkte wiedergeben.

10

Eine erste Kurve 97 zeigt diese Abhängigkeit als Gerade für eine Projektion ohne Korrektur der Kissenverzeichnung, bei der die Projektionsneigungen  $\chi = 0^\circ$  und  $\varepsilon = 0^\circ$  sind.

15

Eine zweite Kurve 98 zeigt die genannte Abhängigkeit für eine Projektion mit Korrektur der Kissenverzeichnung gemäß der dicken Linie 103 in Fig. 5, bei der die Projektionsneigungen  $\chi = 0^\circ$  und  $\varepsilon = 0^\circ$  sind.

20

Eine weitere Kurve 99 zeigt die genannte Abhängigkeit für eine gemäß Fig. 3, bei der die Projektionsneigungen  $\chi = -15^\circ$  und  $\varepsilon = 0^\circ$  sind. Mit einer derartigen Ablenk winkelfunktion wird erreicht, daß bei einer Schrägprojektion von  $\chi = -15^\circ$  alle Zeilen eines Bildes mit einer gleichen Zeilenlänge geschrieben werden.

25

Fig. 18 zeigt die Ablenk winkelfunktion  $\beta_{yi} = f(i, y, \varepsilon, \chi, K)$  des Zeilenspiegels in Abhängigkeit der Bildpunktkoordinaten, mit  $\varepsilon = 0$  und  $\chi = 0$ . Die Berechnung dafür erfolgte gemäß den Gleichungen in Abschnitt C.

30

Der Parameter für die Kurvenschar ist die Zeilennummer  $i$ . Die Werte  $\beta_{yi}$  ergeben für  $y = 0$  und  $y = p-1$  den Wert  $\beta/2$ .

Der Verlauf der Kurven weicht von einer Geraden ab. Dies ist darauf zurückzuführen, daß ein Fehler der Bildpunktabstände, der bei einer Projektion  $\varepsilon = 0$  und  $\chi = 0$  infolge des Tangensfehlers in Zeilenrichtung auftritt, korrigiert wird.

35

Die Kurve  $i = (z-1)/2$  entspricht der Bildmitte, die Kurve  $i = 0$  entspricht der Kurve  $i = z-1$  für den Zeilenanfang bzw. das Zeilenende.

Fig. 19 zeigt eine Darstellung des Ablenkwinkelfunktion  $\beta_{yi} = f(i, y, \epsilon, \chi, K)$  für den Zeilenspiegel gemäß den Gleichungen in Abschnitt C. Der Ablenkwinkel  $\beta_{yi}$  ist hier wieder als Funktion der Bildpunktnummer  $y$  dargestellt. Parameter für die Kurvenschar ist die Zeilennummer  $i$ . Die dargestellte Kurvenschar beschreibt den Verlauf des Fehlers der Bildpunktabstände, der bei einer Projektion mit einer Schräge  $\epsilon = -30^\circ$  und bei Auftreten des Tangensfehlers in Zeilenrichtung entsteht.

Die Kurve  $i = (z-1)/2$  entspricht der Bildmitte, die Kurve  $i = 0$  entspricht der Position der Bildpunkte für den Zeilenanfang, und die Kurve  $i = z-1$  beschreibt die Korrektur der Bildpunkte für das Zeilenende. Die schwarz eingezeichneten Pfeile in Fig. 18 und 19 zeigen die Rasterfolge an.

In Fig. 20 ist ein Funktionsschaltbild einer elektronischen Einrichtung zur Skalierung von Echtzeit-Videodaten mit der Möglichkeit zur dynamischen Skalierung in Zeilenrichtung gezeigt. Dabei werden die Speicherinhalte für die Bildpunkte in den Strecken  $(x_{ad}-x_{sd})$  und  $(x_{ed}-x_{sd})$  dunkel gesetzt, so daß das ausgehende Videosignal ("R, G, B out") schon gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren aufbereitet ist. Wie anhand von Fig. 21 noch gezeigt werden wird, läßt sich in ähnlicher Weise nach  $90^\circ$ -Drehung des Bildes auch eine dynamische Skalierung in vertikaler Richtung, d.h. in Bildrichtung, durchführen.

Die räumliche bzw. zeitliche Verteilung der Bildpunkte in einer Zeile und die Videoinformation jedes Bildpunktes werden in Echtzeit berechnet und zu dem für die jeweilige Geometrie der Bilddarstellung optimierten Rasterbereich des Zeilenspiegels in Beziehung gesetzt. Die Ablenkeinrichtung liefert ein Synchronisiersignal "DEF-Clock" zur Ausgabe der Bildpunktdaten (asynchrone Steuerung).

Dem R-G-B-Skalierer 81 werden über den Pufferspeicher 82 die Videoeingangsdaten "R,G,B in", "H,V SYNC in", "H,V BLK in", "PCLK out" der Videoquelle zugeführt.

Die synchronisierte Übertragung des Eingangs-Videodatenstromes "R,G,B in" erfolgt im Beispiel mittels des Taktgenerators 76 und des Eingangskontrollers 84, gesteuert über einen Pufferspeicher 82, in den Skalierer 81. Eingangsdaten für den Skalierer 81 sind hier die Korrekturwerte  $R_i$ , die in Beziehung zum Zeilenöffnungswinkel  $\beta_i$  stehen. Die Korrekturwerte  $S_{yi}$  für den Bildpunktabstand werden aus der Ablenkwinkelfunktion  $\beta_{yi}$  des Zeilenspiegels berechnet.

Nach der Skalierung werden die Videodaten über den Pufferspeicher 83 mit Hilfe des Ausgangskontrollers 85 in einen Ausgangs-Videodatenstrom "R, G, B out" umgeformt, der mit den gerasterten Bildpunkten einer Zeile und den Zeilen eines Bildes in Beziehung steht.

5 Der Pufferspeicher ist hier als FIFO (First in - First out) bezeichnet. Bei anschließender 90°-Drehung ist statt eines FIFO aber eher ein Bildspeicher für ein Gesamtvideobild vorzusehen, das in diesem Beispiel wie ein FIFO betrieben wird. Zur Durchführung einer 90°-Drehung wird dieser Bildspeicher dann jedoch spaltenweise ausgelesen, wenn er zeilenweise beschrieben wurde oder umgekehrt.

10 Über den Datenkontroller 86 und das Parameter-RAM 87 werden die Daten und das Programm des Skalierers 81 für dynamische Skalierung zugeführt. Dies erfolgt synchron auf Anforderung vom Skalierer 81. Der Datenkontroller 86 mit Parameter-RAM 87 kann auch ähnlich aufgebaut sein wie die Schaltung von Fig. 9.

15 Der Mikrokontroller 75 hat im Ausführungsbeispiel einzig die Aufgabe, die Grundinitialisierung vorzunehmen und alle elektronischen Komponenten entsprechend den jeweiligen Anforderungserfordernissen zu programmieren. Weiter stellt der Mikrokontroller die dynamischen Skalierparameter für das Parameter-RAM 87 über den Datenkontroller 86 zur Verfügung. Bei festen Projektionsbedingungen werden diese Werte aus einem ROM ausgelesen. Bei unterschiedlichen Winkeln  $\varepsilon$  und  $\chi$  können diese Winkel in ein EEPROM eingegeben werden. Diese Werte liest der Mikrokontroller dann für die Initialisierung und berechnet die Werte für ein RAM zur Skalierung gemäß den angegebenen Gleichungen.

25 Die Taktverteilung und Generierung für alle Einrichtungen erfolgt mittels des Taktgenerators 76 in einer dem Fachmann bekannten Weise.

30 Eine Änderung von Parametern für die elektronische Einrichtung zur horizontalen Skalierung 80 kann auch über den I<sup>2</sup>C-Bus von einer übergeordneten Einrichtung aus über den Mikrokontroller 75 erfolgen.

Fig. 21 zeigt ein Blockschaltbild für eine Schaltung zur Korrektur von Bildfehlern bei einer Videoprojektion mit einem schreibenden Lichtbündel in Echtzeit, bei der auch eine Neuberechnung des Bildes berücksichtigt wird, wobei vor allem die in den Figuren 11, 12, 13 und 14 gezeigten Funktionen sowie die dargestellten Rechenverfahren berücksichtigt sind.

Mittels der in Fig. 21 dargestellten Schaltung ist die umfassende Korrektur von Bildfehlern in Echtzeit möglich, wie sie beispielsweise beim Projizieren von Videobildern auf beliebig gekrümmte Flächen und/oder unter beliebigen Projektionswinkeln auftreten können.

- 5 Aus der Fig. 21 ist zu erkennen, daß es mit einem vergleichsweise geringem zusätzlichen Aufwand an elektronischen Bauelementen und Software gelingt, Bildfehler, die ihre Ursache in dem Projektionsverfahren und der Projektionsfläche haben, vollständig und sogar in Echtzeit zu korrigieren, wobei das ausgegebene Bild wegen der doppelt vorkommenden 90° Rotation gegenüber dem eingehenden Videobild um 2 Videobilder verzögert ist.

10

Mittels der Einrichtung zur dynamischen Skalierung 80 wird zunächst eine dynamische Skalierung der Bildpunkte in Zeilenrichtung (i-Richtung) und nach einer 90°-Drehung des Bildes in einer Einrichtung zur Bildrotation 90 eine Skalierung der Bildpunkte in Bildrichtung (y-Richtung) in einer Einrichtung 80' realisiert. Danach erfolgt eine erneute 90° Rotation

15 mittels einer weiteren Einrichtung zur Bildrotation 90'. Diese Einrichtungen 80, 80' bilden die Grundlage zur Berechnung von Vollbildern in Echtzeit.

- Die Videodaten "R,G,B out" werden dann den Modulatoren 2 der helligkeits- und farbmodulierbaren Lichtquelle 10 zugeführt, wobei die zeitliche Folge der Bildpunkte vom
- 20 durch das Signal "DEF-Clock" generierte Signal PCLK gesteuert wird. Die Steuerung der zeitlichen Folge für Zeilen- und Bildablenkung erfolgt dabei durch die Signale  $U_G(t)$ .

- Jede der Einrichtungen 80 und 80' ist im wesentlichen eine Schaltung nach Fig. 20, wobei die für die Steuerung notwendigen Baugruppen, Taktgenerator 76 und Mikroprozessor 75,
- 25 zweckmäßigerweise nur einmal für das Gesamtsystem realisiert werden.

- Die Zeilenlänge wird in der Einrichtung zur dynamischen Skalierung 80 in Zeilenrichtung über das Signal "H BLK" eingestellt, dessen Signalverlauf von den Werten  $R_i$  ( $\beta_i$ ) beeinflusst wird, die an sich auch in der Winkelablenkfunktion  $\beta_{yi}$  ( $S_{yi}$ ) mit enthalten sind.

30

Die Bildhöhe wird in der Einrichtung zur dynamischen Skalierung 80' in Bildrichtung über das Signal "V BLK" eingestellt, dessen Signalverlauf von den Werten des Ablenk winkels  $\alpha_i$  beeinflusst wird.

- 35 Die programmierbaren Steuerschaltungen 70 und 70' entsprechen im wesentlichen der Schaltung nach Fig. 15 und realisieren die Korrekturen von Bildfehlern, die mittels des Bildspiegels und des Zeilenspiegels korrigiert werden können. Die Steuerschaltungen 70

und 70' bilden zusammen die in Fig. 1 gezeigte Steuerschaltung 17 zum Bildpunkt- und Zeilenrastern, wobei aber die Ablenkeinrichtung in beide Richtungen von einem Steuersignal schnell genug erfolgen muß. Für schnelle Ablenkungen eignen sich beispielsweise miniaturisierte Kippspiegel oder akustooptische Deflektoren.

5

Mittels dieser in Fig. 21 gezeigten Schaltungsanordnung und dem zugehörigen Ablensystem wird eine optimierte Rastergeometrie in der Steuerschaltung für die Bildpunkttrasterung und Zeilenrasterung 17 erzeugt, während in der Einrichtung zur Bildberechnung 17 ausgehend von den eingehenden Videoinformationen ein neues Bild mit optimierter Auflösung für die optimierte Rastergeometrie berechnet wird.

10

Die Einrichtung 17 läßt sich noch weiter vereinfachen, wenn die letzte 90° Rotation nicht elektronisch durchgeführt wird, sondern einfach durch Drehung des Bildes, d. h. Vertauschen der Scanrichtung durch Drehen der Ablenspiegel.

15

Fig. 22 zeigt ferner eine programmierbare Modulationsschaltung 60 mit einem spannungsgesteuerten Oszillator 61 für eine geeignete Frequenzmodulation des Signals PCLK. Die programmierbare Modulationsschaltung 60 realisiert eine Korrektur von Bildfehlern mittels einer Steuerung der Modulation der Bildpunkte innerhalb jeder Zeile. Insbesondere lassen sich folgende Fehler korrigieren:

20

- Tangensfehler in Zeilenrichtung
- Verlauf der Bildpunktabstände infolge einer Schrägprojektion
- Verlauf der Bildpunktabstände infolge einer gekrümmten Projektionsfläche

25

Für die Korrektur dieser Fehler wird eine dem Korrekturfaktor  $S_{yi}$  proportionale Spannung erzeugt, mit welcher der spannungsgesteuerte Oszillator (VCO) 61 angesteuert wird. In Abhängigkeit von der anliegenden Spannung  $U_{Si}$  erfolgt eine Frequenzmodulation des PCLK-Signals "PCLK out". Über das Signal START kann der spannungsgesteuerte Oszillator 61 zu Beginn jeder Zeile synchronisiert werden. Der Mikrorechner 75 erzeugt dafür die den Werten der Korrekturfaktoren  $S_{yi}$  proportionale Spannung. Diese werden in einem Funktionszwischenspeicher 71 gespeichert und dem spannungsgesteuerten Oszillator 61 nach Bedarf über eine Steuer- und Synchronisierungsschaltung 72 und einen anschließenden D/A-Wandler 73 zugeführt.

30

35

Fig. 23 entspricht im wesentlichen einer Schaltungsanordnung, wie Sie in Fig. 21 beschrieben wurde, jedoch mit dem Schaltkreis von Fig. 22. Der Bildspiegel 12, ein Kippspiegel, wird auch hier mit der Spannung  $U_G(t)$  angesteuert.

5 Der beim Beispiel von Fig. 23 eingesetzte spannungsgesteuerte Oszillator 60 ist zweckmäßigerweise im Taktgenerator 76 vorgesehen. Über das mit Hilfe des Signals "DEF-Clock" generierte Signal "PCLK out" wird mittels dieser Schaltung das Auslesen der Bildpunkte zeitlich gesteuert und damit die Zuordnung der Bildpunkte zur jeweiligen Stellung der Facette des Zeilenspiegels, hier eines Polygonspiegels, festgelegt.

10

Die Modulation der Bildpunkte wird aufgrund der Ansteuerung zeitlich komprimiert oder verzögert, so daß die Bildpunkte trotz konstanter Ablenkgeschwindigkeit des Zeilenspiegels mit korrigierten Abständen sequentiell geschrieben werden.

15 Mittels dieser in Fig. 23 gezeigten Schaltungsanordnung und dem zugehörigen Ablenksystem 11, 12 wird eine optimierte Rastergeometrie nur für die Bildablenkung (Bildspiegel 12) in der Steuerschaltung für die Bildpunktrasterung und Zeilenrasterung 17 erzeugt. Die Zeilenablenkung (Zeilenspiegel 11) wird mit einem konstanten Signal "H SYNC out" gesteuert. Hier erfolgt die Geometrieoptimierung der Zeile im Mikrorechner 75, der die Korrekturwerte  $S_x$  dem spannungsgesteuerten Oszillator 60 zur Verfügung stellt. Die  
20 Korrekturwerte  $R_x$  steuern über den Skalierer 80 die effektive Zeilenlänge.

In der Einrichtung zur Bildberechnung 17 wird ausgehend von den eingehenden Videoinformationen ein neues Bild mit optimierter Auflösung für die optimierte  
25 Rastergeometrie berechnet, und die "R,G,B out"-Daten werden in einer durch die Bildpunktabstände zeitlich bestimmten Folge ausgegeben.



5

10

Ansprüche

1. Verfahren zur Kompensation geometrischer Bildfehler bei Videobildern mit mehreren, mindestens i Zeilen, die jeweils eine Vielzahl von Bildpunkten aufweisen, wobei die zu kompensierenden Bildfehler die Länge der Zeilen beeinflussen und die i-te Zeile bei unkompensierten geometrischen Bildfehlern auf einer Projektionsfläche (101) jeweils an einem Ort  $x_{ai}$  beginnt und an einem Ort  $x_{ei}$  endet, dadurch gekennzeichnet, daß ein im wesentlichen paralleles Lichtbündel zur sequentiellen Beleuchtung der Bildpunkte des Videobildes zeilen- und bildmäßig auf die Projektionsfläche (101) abgelenkt wird, daß das Lichtbündel für den Bildpunkt an jedem Ort, auf den das Lichtbündel abgelenkt wird, gemäß der Bildpunktinformation des unverzerrten Videobildes an diesem Ort intensitätsmoduliert wird, daß eine den Anfang der Zeile des kompensierten Bildes bestimmende Größe durch  $x_{ad} \geq \text{Max}(x_{ai})$  und eine das Ende der Zeile des kompensierten Bildes bestimmende Größe durch  $x_{ed} \leq \text{Min}(x_{ei})$  mit  $x_{ed} > x_{ad}$  festgelegt werden und daß das Lichtbündel für die jeweilige Zeile i derart abgelenkt wird, daß alle Bildpunkte von dieser sequentiell innerhalb des Bereichs  $[x_{ad}; x_{ed}]$  auf der Projektionsfläche (101) dargestellt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem T die Ablenkzeit für jede Zeile i ist, dadurch gekennzeichnet, daß eine zur Intensitätsmodulation des Lichtbündels bestimmte Zeileninformation als N Bildpunkte sequentiell in einem Speicher (83) abgelegt wird und das Lichtbündel am Anfang jeder Zeile i während eines Zeitintervalls für das Raster der Länge  $(x_{ed} - x_{ai})$  dunkelgetastet wird, danach die zur Intensitätsmodulation bestimmte Information für die N Bildpunkte innerhalb eines Zeitintervalls für das Raster der Länge  $(x_{ed} - x_{ad})$  aus dem Speicher (83) ausgelesen sowie das Lichtbündel innerhalb dieses Zeitintervalls bezüglich dieser ausgelesenen Information intensitätsmoduliert wird und das Lichtbündel nach Beendigung der sequentiellen Ausleuchtung der N Bildpunkte auf der Projektionsfläche (101) für den Rest des Zeitintervalls T zum Raster jeweils einer Zeile dunkelgetastet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Intensität des Lichtbündels für jeden Bildpunkt umgekehrt proportional zu dessen Beleuchtungszeit angesteuert wird.
- 5 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die proportionale Aussteuerung nach Auslesen der Information aus dem Speicher (83) durchgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtbündel bildmäßig abweichend von einer konstanten Winkelablenkung mit einer Funktion gerastert wird, aufgrund der die Zeilenabstände benachbarter Zeilen im gesamten  
10 Bild maximal um 30% und insbesondere um weniger als 10% voneinander differieren.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtbündel zeilenmäßig mit einer Funktion gerastert wird, bei der die Videoinformation  $V_i(x)$  der Zeile  $i$  für die Bildinformation an jedem Ort bezüglich einer Videoinformation  $V_{IT}(x)$  eines unverzerrten Bildes maximal um einen Betrag von  
15
- $$\left| V_{IT}(x) - V_i(x) \right| = \left| \frac{\partial V}{\partial x} \Delta x_i \right|$$
- 20 abweicht, wobei die durch diese Gleichung bestimmte Größe  $\Delta x_i$  kleiner als das 0,3fache und insbesondere kleiner als das 0,1fache der Zeilenlänge geteilt durch die Bildpunktzahl gemäß Videonorm des Videobildes ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Bild vor Darstellung des Videobildes bezüglich der Ablenkungen und der räumlichen Zuordnung der Bildpunkte zur Darstellung eines unverzerrten Bildes neu berechnet wird.  
25
8. Vorrichtung zur Darstellung von Videobildern auf einer Projektionsfläche (101), bei denen Bildpunkte in mehr als  $i$  Zeilen sequentiell beleuchtet werden und geometrische Bildfehler gemäß einem der Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 7 kompensiert werden,  
30 wobei diese zu kompensierenden Bildfehler die Länge der Zeilen beeinflussen und die  $i$ -te Zeile bei unkompensiertem geometrischem Bildfehler auf einer Projektionsfläche (101) an einem Ort  $x_{ai}$  beginnt und an einem Ort  $x_{ei}$  endet, gekennzeichnet durch eine intensitätsmodulierbare Quelle (10) zur Emission eines im wesentlichen parallelen  
35 Lichtbündels für eine sequentielle Beleuchtung von Bildpunkten des Videobildes, eine Ablenkeinrichtung (11, 12) zum zeilen- und bildmäßigen Rastern des Lichtbündels, einen

Speicher (83) zum sequentiellen Abspeichern von Zeileninformation zur Intensitätsmodulation der Quelle (10) für N Bildpunkte, zwei Größen  $x_{ad}$  und  $x_{ed}$ , mit  $x_{ed} > x_{ad}$ , von denen  $x_{ad}$  den Anfang der Zeile des kompensierten Bildes beschreibt, wobei  $x_{ad} \geq \text{Max}(x_{ai})$  aller Zeilen  $i$  ist, und  $x_{ed}$  das Ende der Zeile des kompensierten Bildes beschreibt, wobei  $x_{ad} \geq \text{Min}(x_{ei})$  ist, sowie eine Steuereinrichtung (17) zur Modulation der Quelle (10) und zur Steuerung der Ablenkeinrichtung (11, 12) gemäß Funktionen, mit denen das Lichtbündel derart abgelenkt und/oder intensitätsmoduliert ist, daß alle Bildpunkte der Zeile  $i$  für die Ablenkung sequentiell innerhalb des Bereiches  $[x_{ad}; x_{ed}]$  auf der Projektionsfläche (101) darstellbar sind.

10

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß für alle Zeilen ein festes Zeitintervall  $T$  vorgegeben ist und die Steuereinrichtung (17) gemäß einer Funktion intensitätsmoduliert, mittels der das Lichtbündel am Anfang jedes Zeilenstarts einer Zeile  $i$  während eines Zeitintervalls zum Rastern der Länge  $(x_{ed}-x_{ad})$  dunkelgetastet ist, danach die zur Intensitätsmodulation bestimmte Information für die N Bildpunkte innerhalb eines Zeitintervalls zum Rastern der Länge  $(x_{ed}-x_{ad})$  aus dem Speicher (83) ausgelesen sowie die Quelle (10) mit dieser Information intensitätsmoduliert wird und das Lichtbündel nach Beendigung der sequentiellen Ausleuchtung der N Bildpunkte auf der Projektionsfläche (101) für den Rest des Zeitintervalls  $T$  zum Rastern jeweils einer Zeile dunkelgetastet ist.

20

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahl  $N$  größer als die Anzahl der Bildpunkte der Videonom des darzustellenden Videobildes ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (17) auch für die vor und nach dem Zeitintervall zum Rastern der Länge  $(x_{ed}-x_{ad})$  erforderliche Information für dunkle Bildpunkte in dem Speicher (83) ablegt und die so erzeugte gesamte Zeileninformation im Speicher (83) während der Zeit  $T$  der Ablenkeinrichtung zuführbar ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenkeinrichtung (11, 12) bezüglich der bildmäßigen Ablenkung abweichend von einer konstanten Ablenkwinkeländerung mit einer Funktion angesteuert ist, aufgrund der die Zeilenabstände benachbarter Zeilen im gesamten Bild um weniger als 30% und insbesondere um weniger als 10% voneinander differieren.

35

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenkeinrichtung (11, 12) bezüglich der Zeilenablenkung abweichend von einer

konstanten Ablenkwinkeländerung angesteuert ist, bei der die Videoinformation  $V_i(x)$  der Zeile  $i$  für die Bildinformation an jedem Ort  $x$  bezüglich einer Videoinformation  $V_n(x)$  eines unverzerrten Bildes maximal um einen Betrag

$$5 \quad \left| V_n(x) - V_i(x) \right| = \left| \frac{\partial V_i}{\partial x} \Delta x_i \right|$$

abweicht, wobei die durch diese Gleichung bestimmte Größe  $\Delta x_i$  kleiner als das 0,3fache und insbesondere kleiner als das 0,1fache der Zeilenlänge geteilt durch die Bildpunktzahl gemäß Videonorm ist.

10 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vergrößerungsoptik (13) vorgesehen ist..

15 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, gekennzeichnet durch eine erste Baugruppe (14), welche die Ablenkeinrichtung sowie mindestens eine Buchse (7) zum Einstecken für eine Lichtleitfaser (5) aufweist und innerhalb der das in die Buchse (7) eingeleitete Licht zur Ablenkung in die Ablenkeinrichtung (11, 12) geführt ist, eine davon getrennte Baugruppe (10), welche die Steuereinrichtung (17) und die intensitätsmodulierbare Quelle (10) sowie mindestens eine Buchse (7) für das Einstecken einer Lichtleitfaser (5) aufweist und innerhalb der das Licht der intensitätsmodulierbaren Quelle (10) in diese Buchse (7) geleitet ist, mindestens eine Lichtleitfaser zur Kopplung der ersten Baugruppe mit der zweiten Baugruppe (10) über die jeweiligen Buchsen (7) sowie eine Befestigungseinrichtung für die erste Baugruppe (14), mit der die erste Baugruppe unter Winkel zur Projektionsfläche (101) angeordnet werden kann, wobei die Kompensation zum Ausgleich der durch die Abbildung unter diesem Winkel gegebenen Verzerrung ausgelegt ist.

30 16. Vorrichtung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch Befestigungsmittel zur Befestigung der ersten Baugruppe (14) an einer Wand, einer Decke oder einem Boden eines Raumes sowie Befestigungsmittel für einen Schirm als Projektionsfläche (101) an der Wand des Raumes.

35 17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Baugruppe (14) und die zweite Baugruppe (10) in einem Gehäuse vereinigt sind und dieses Gehäuse Befestigungsmittel zum Befestigen an einer Wand, einer Decke oder einem Boden eines Raumes aufweist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch eine Projektionsfläche (101), an deren Rand, insbesondere am oberen Rand, eine Haltevorrichtung vorgesehen ist, mit der die erste Baugruppe (14) außermittig von der Projektionsfläche (101) befestigt ist, so daß die Darstellung des Videobildes unter dem genannten Winkel erfolgt.

5

19. Vorrichtung zur Darstellung von Videobildern auf einer Projektionsfläche (101), bei der die Darstellung auf dieser unter einer Schrägstellung erfolgt, gekennzeichnet durch eine intensitätsmodulierbare Quelle (10) zur Emission eines im wesentlichen parallelen Lichtbündels für eine sequentielle Beleuchtung von Bildpunkten des Videobildes, eine Ablenkeinrichtung (11, 12) zum zeilen- und bildmäßigen Rastern des Lichtbündels und eine Steuereinrichtung (17), die sowohl die Intensitätsmodulation für das Lichtbündel als auch dessen Ablenkung (11, 12) gemäß einer Funktion steuert, die durch eine berechnete Entzerrung des Bildes, zumindest bezüglich der Schrägstellung, gewonnen ist.

10

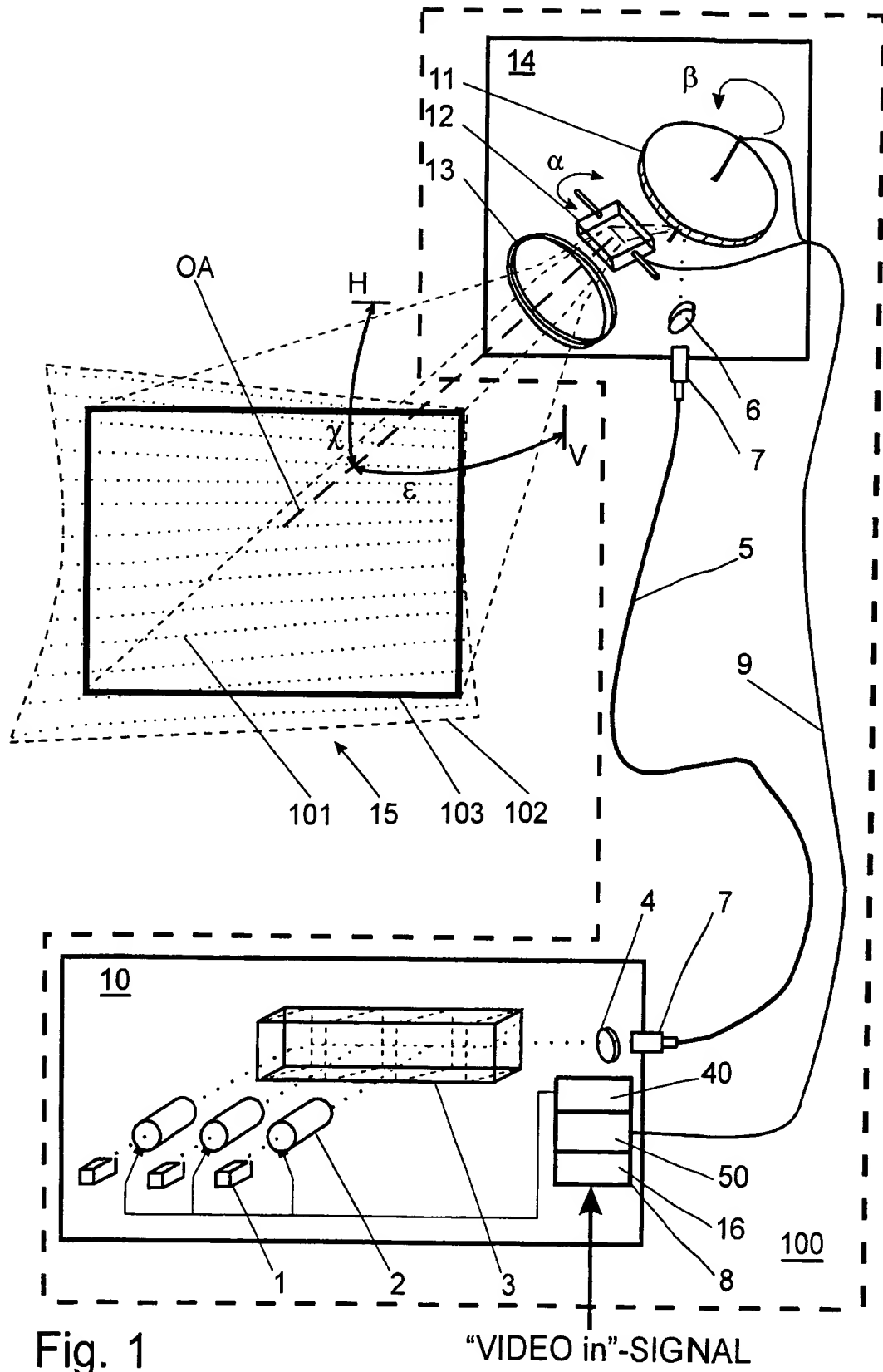


Fig. 1

"VIDEO in"-SIGNAL

2/19

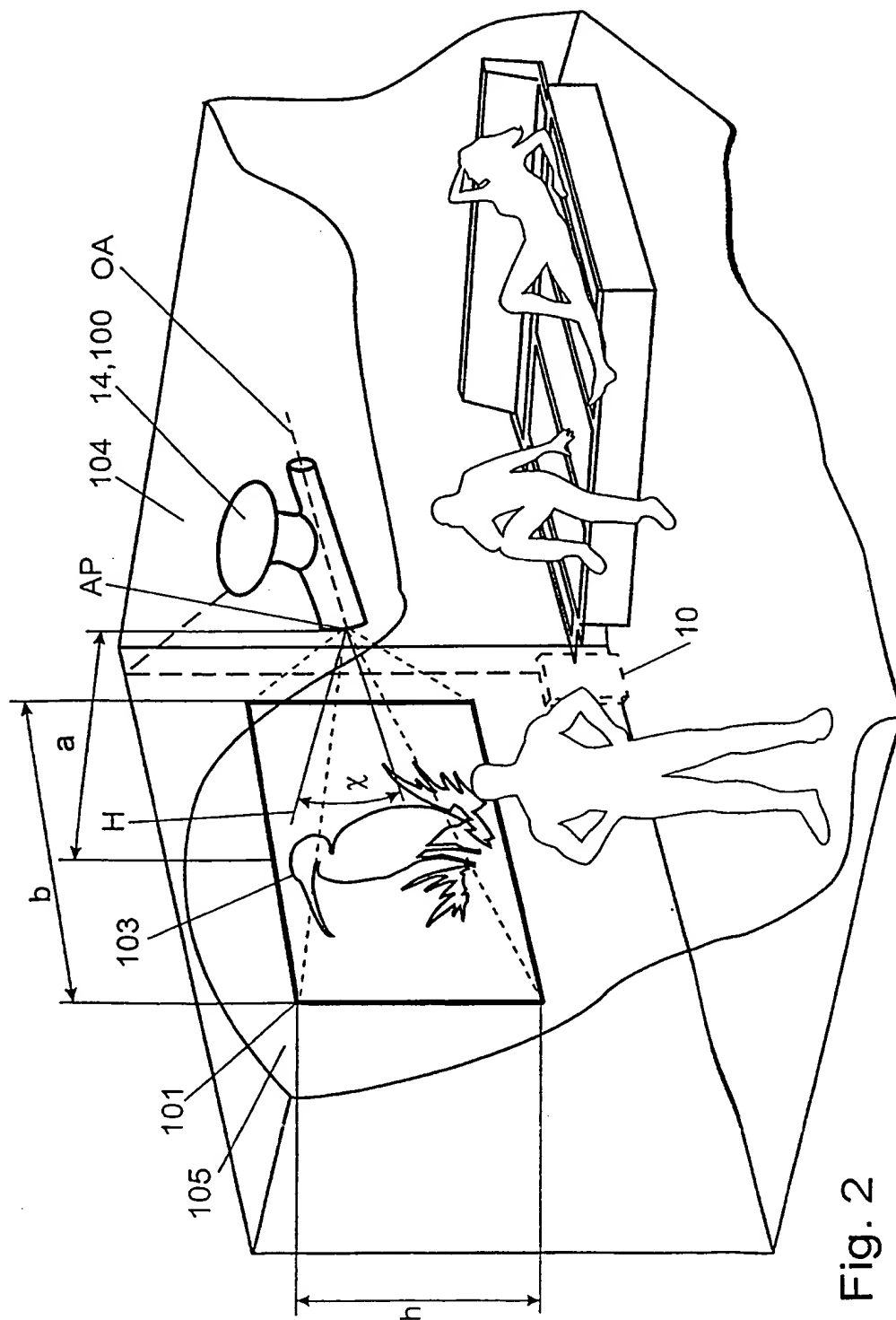
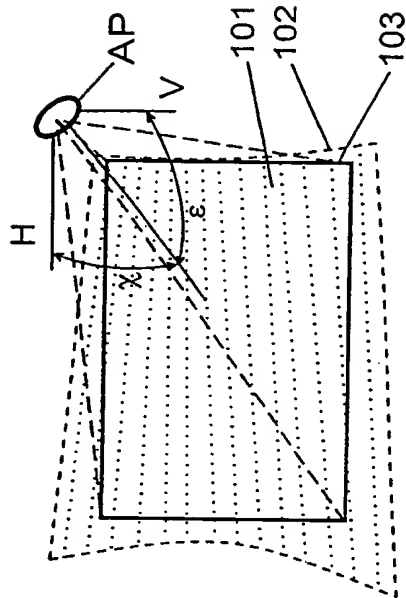


Fig. 2



**Fig. 4**

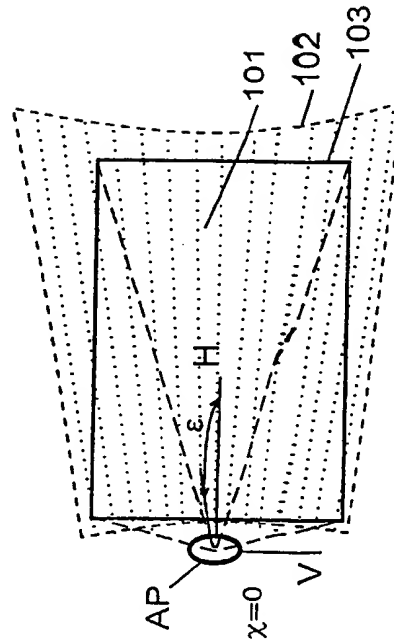


Fig. 6

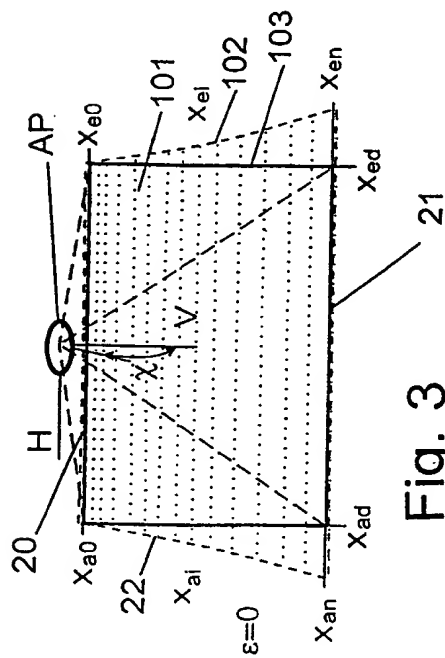


Fig. 3 / 21

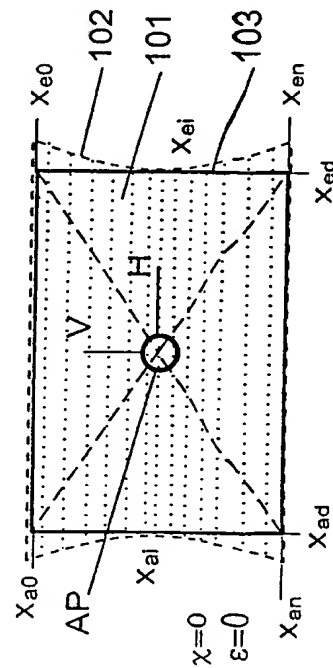


Fig. 5



4/19

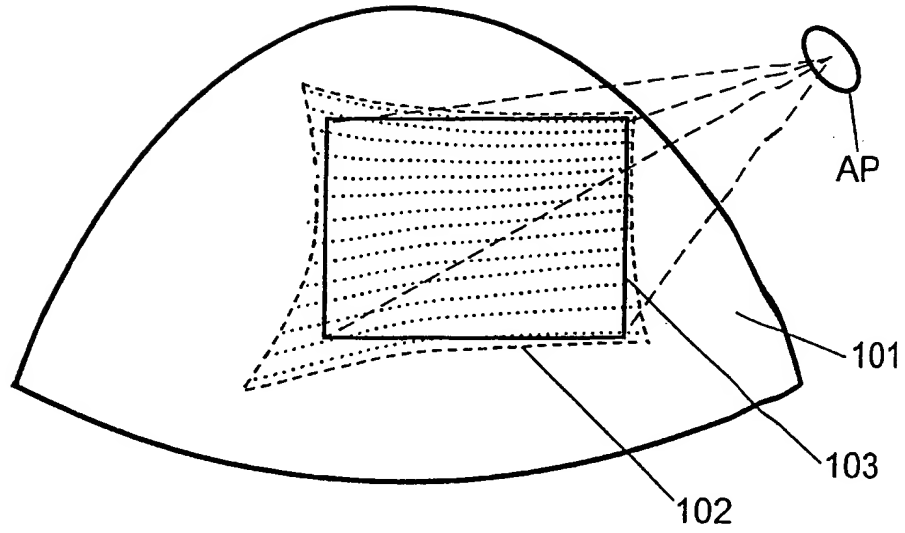


Fig. 7

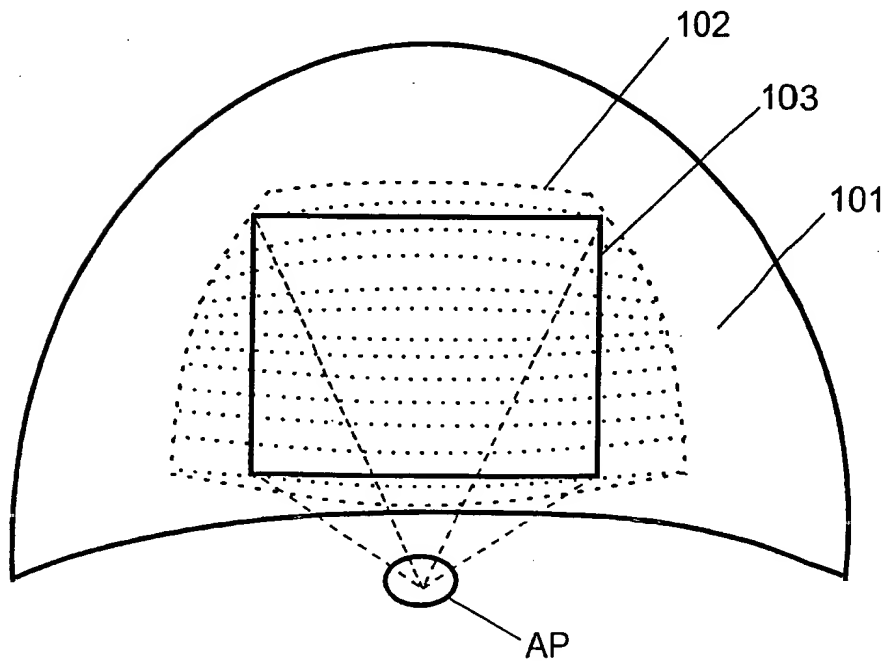
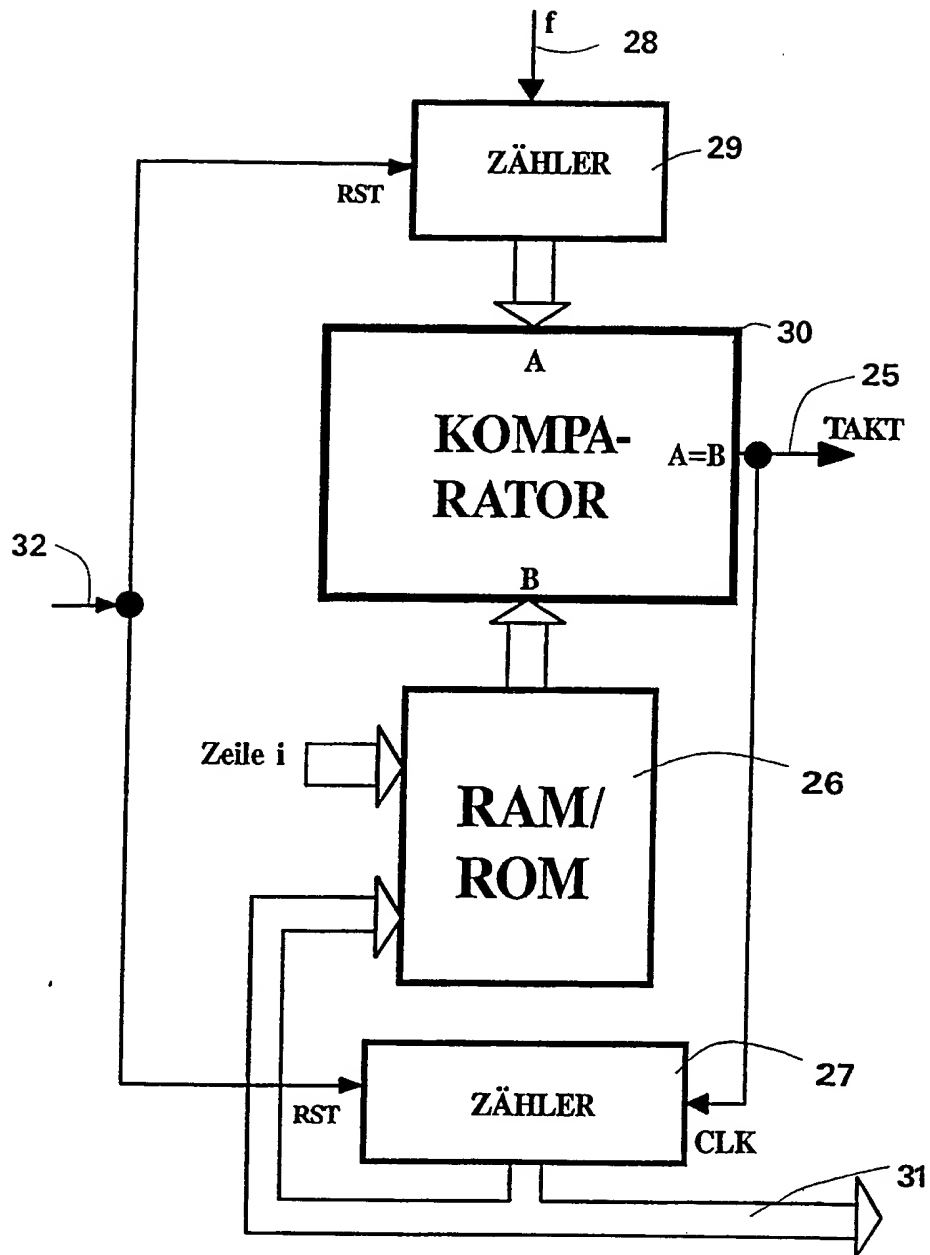
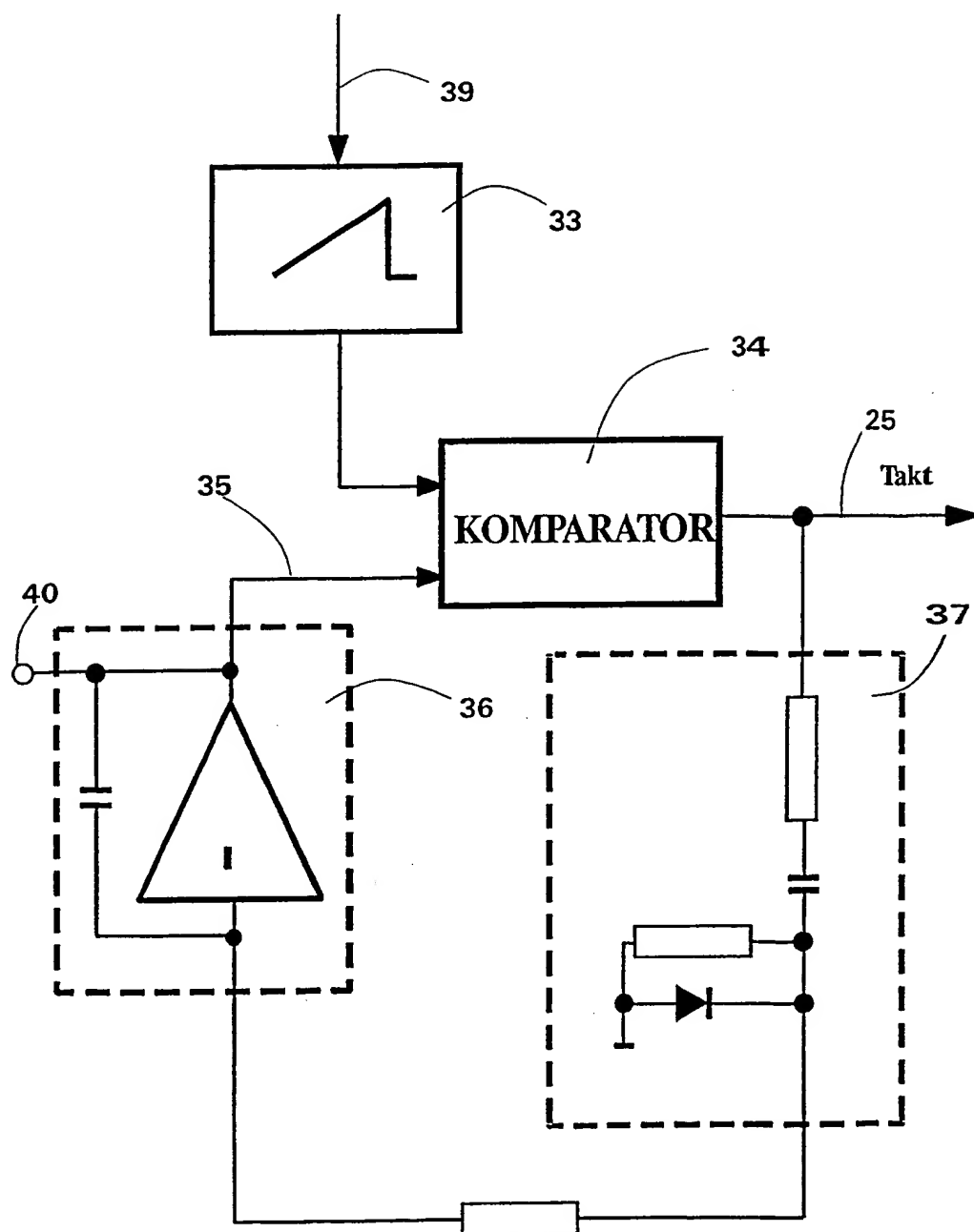


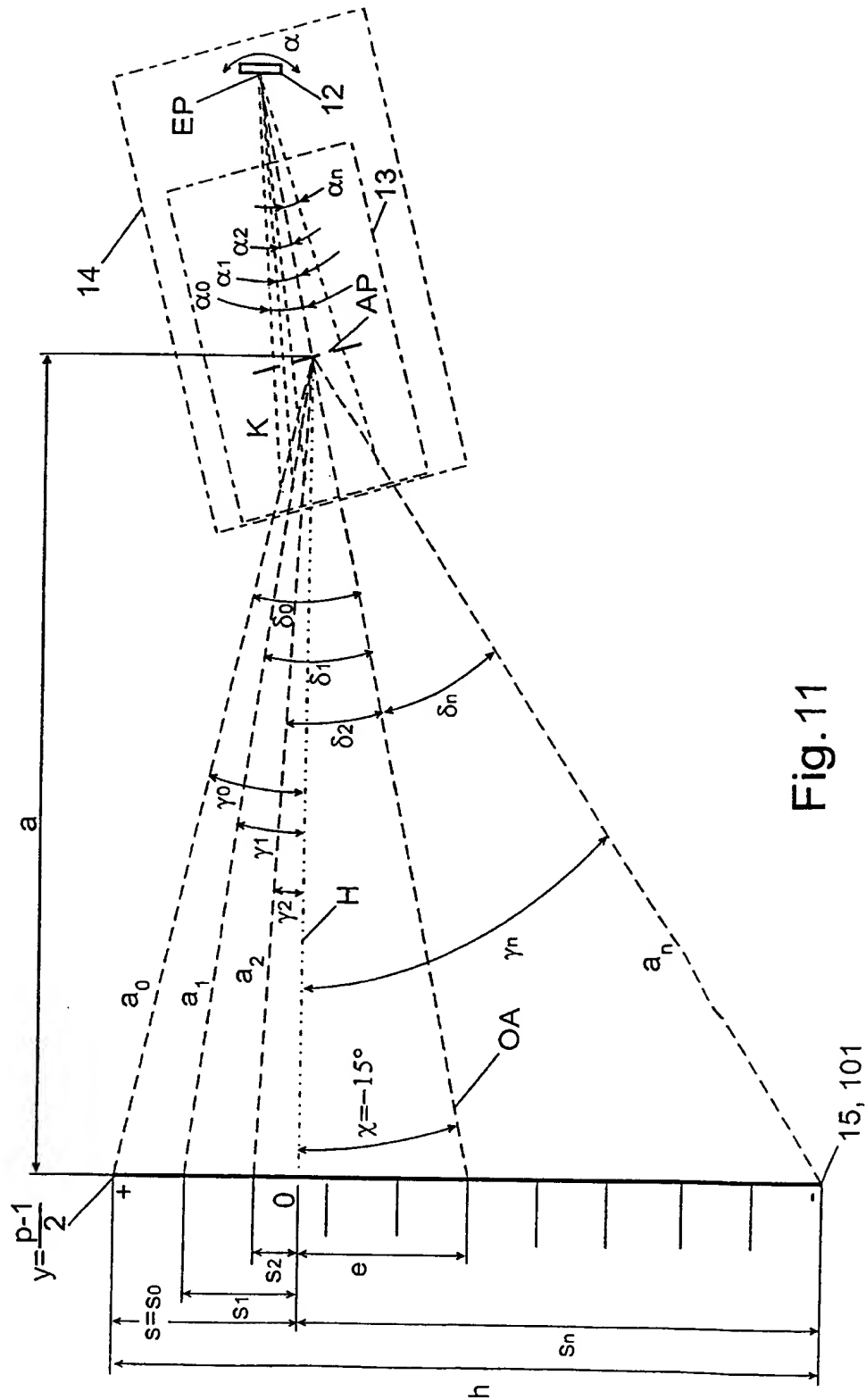
Fig. 8

5/19

**Fig. 9**

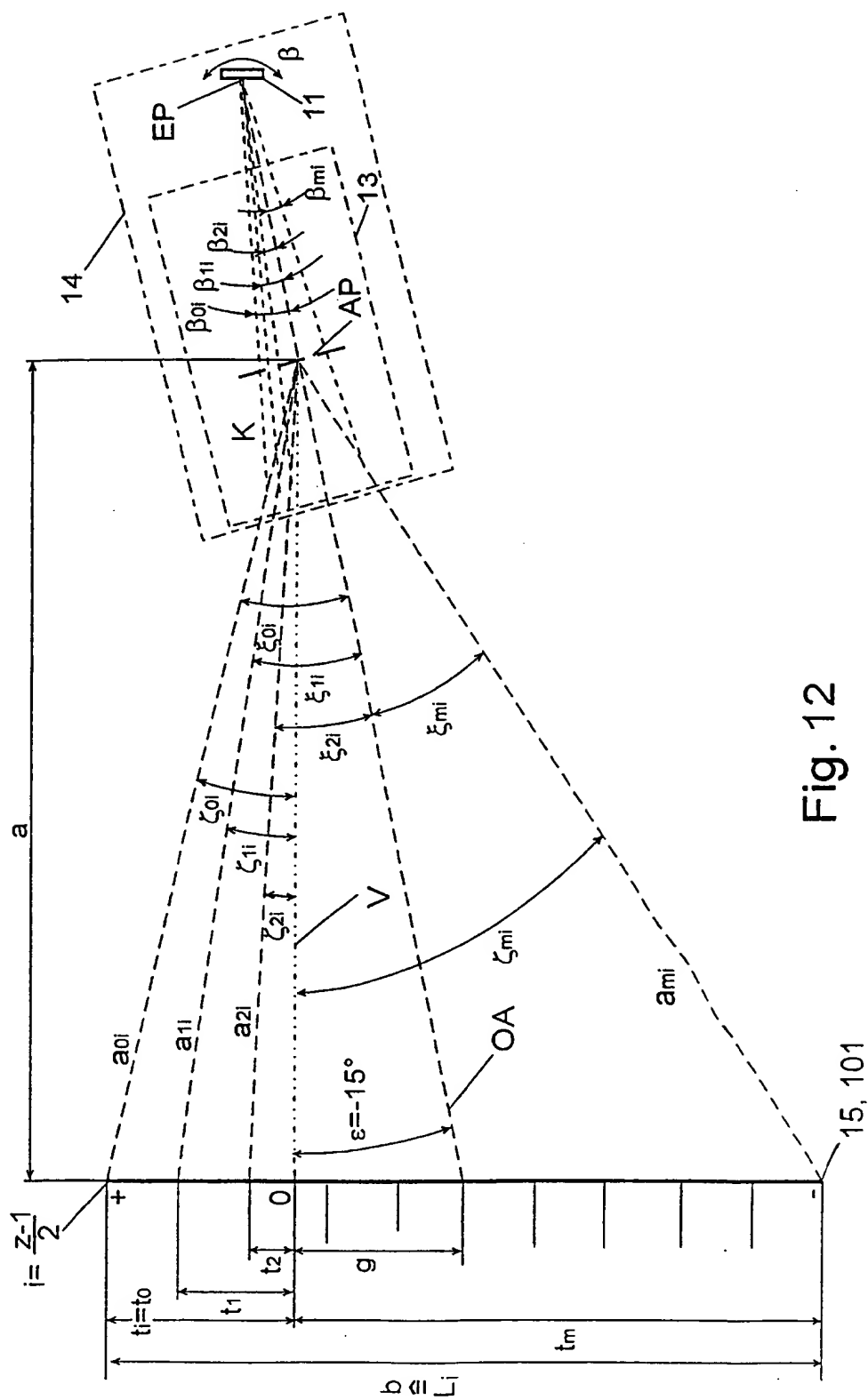
6/19

**Fig.10**



**Fig. 11**

8/19



9/19

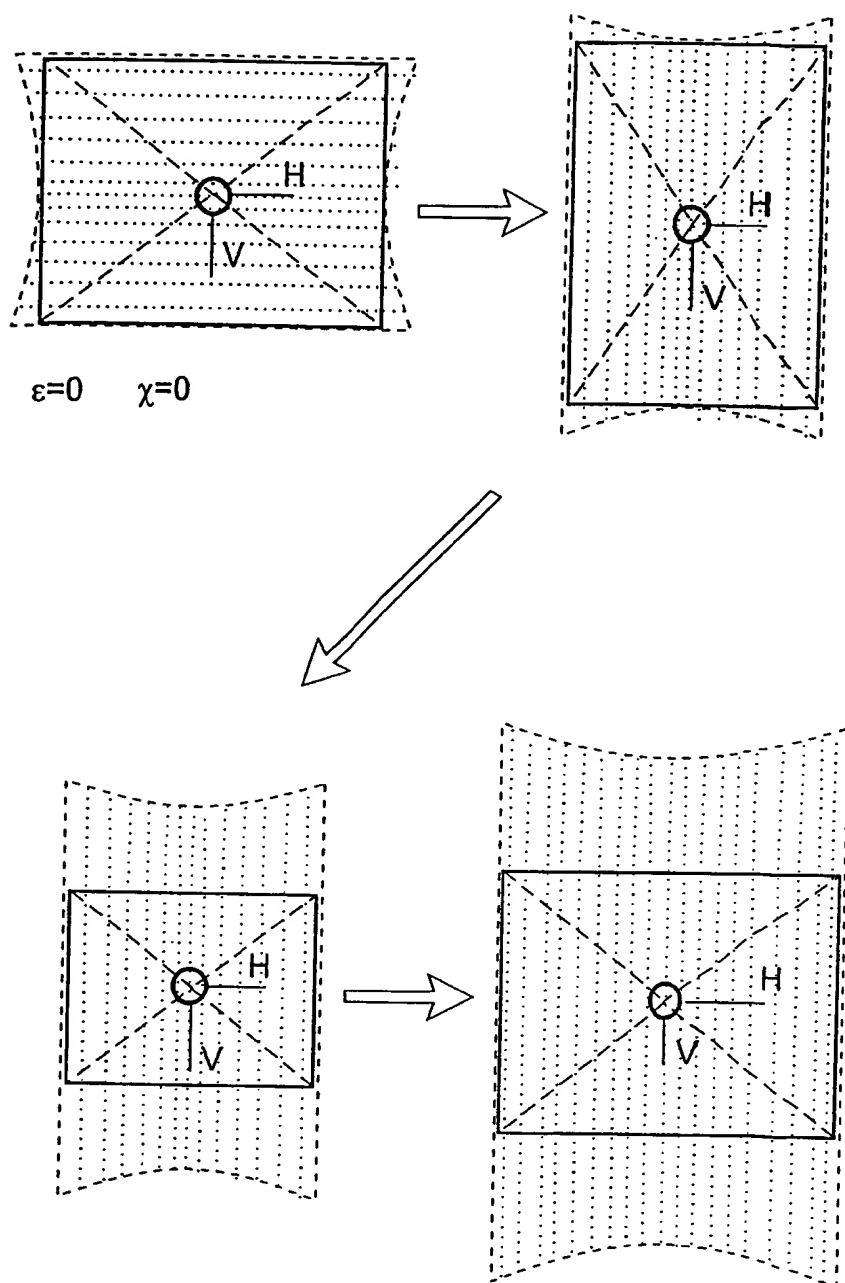


Fig.13

10/19

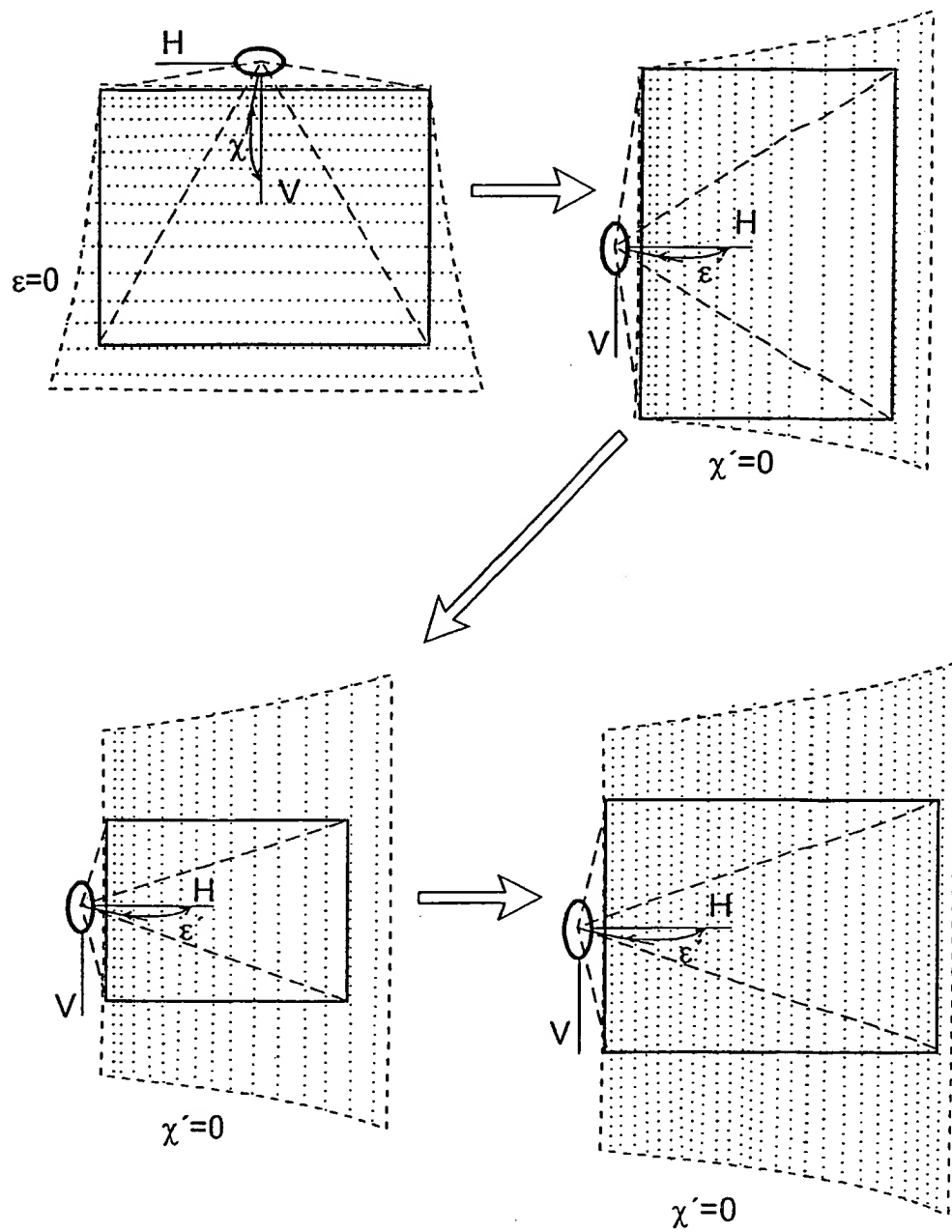
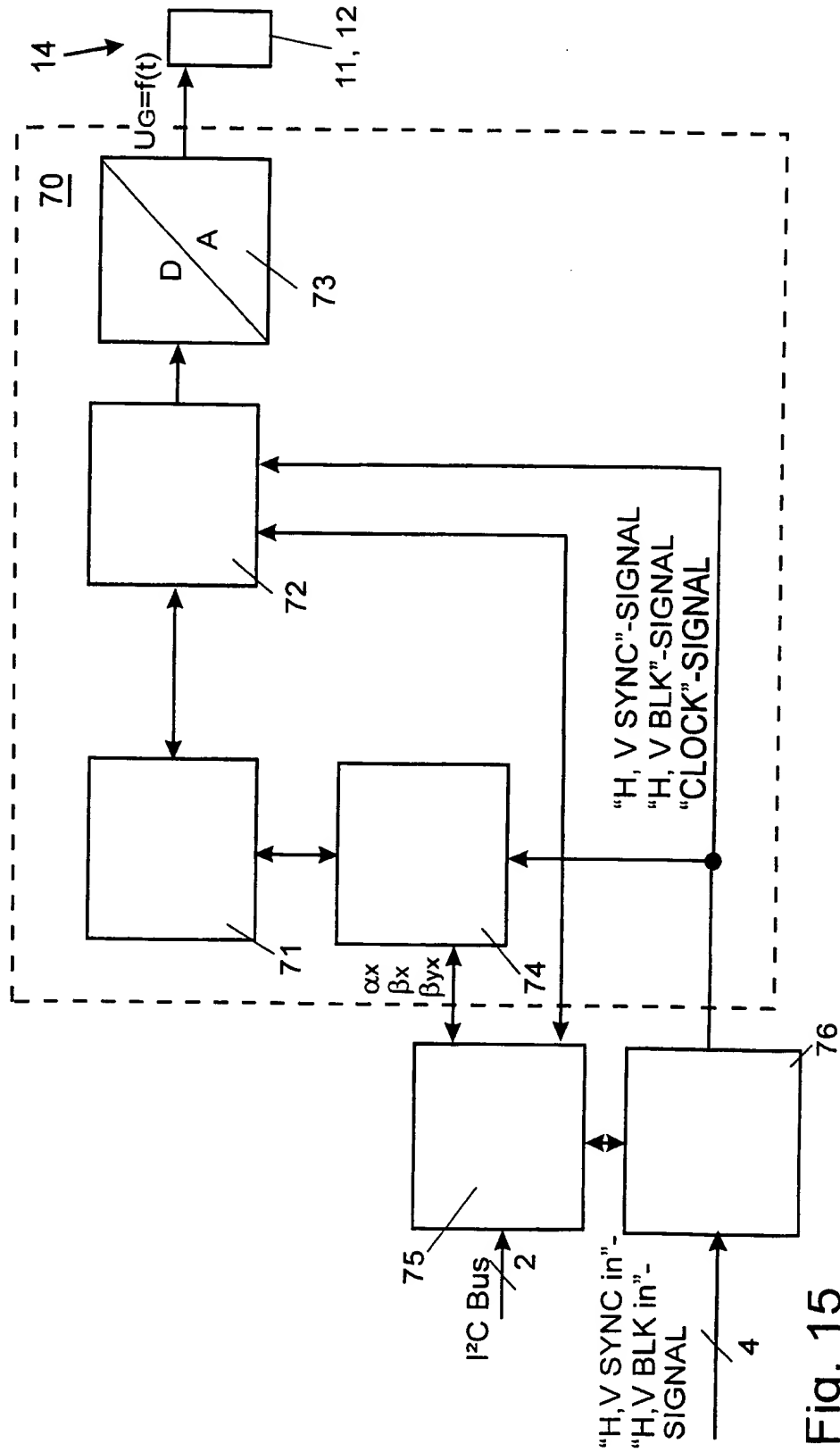


Fig. 14





12/19

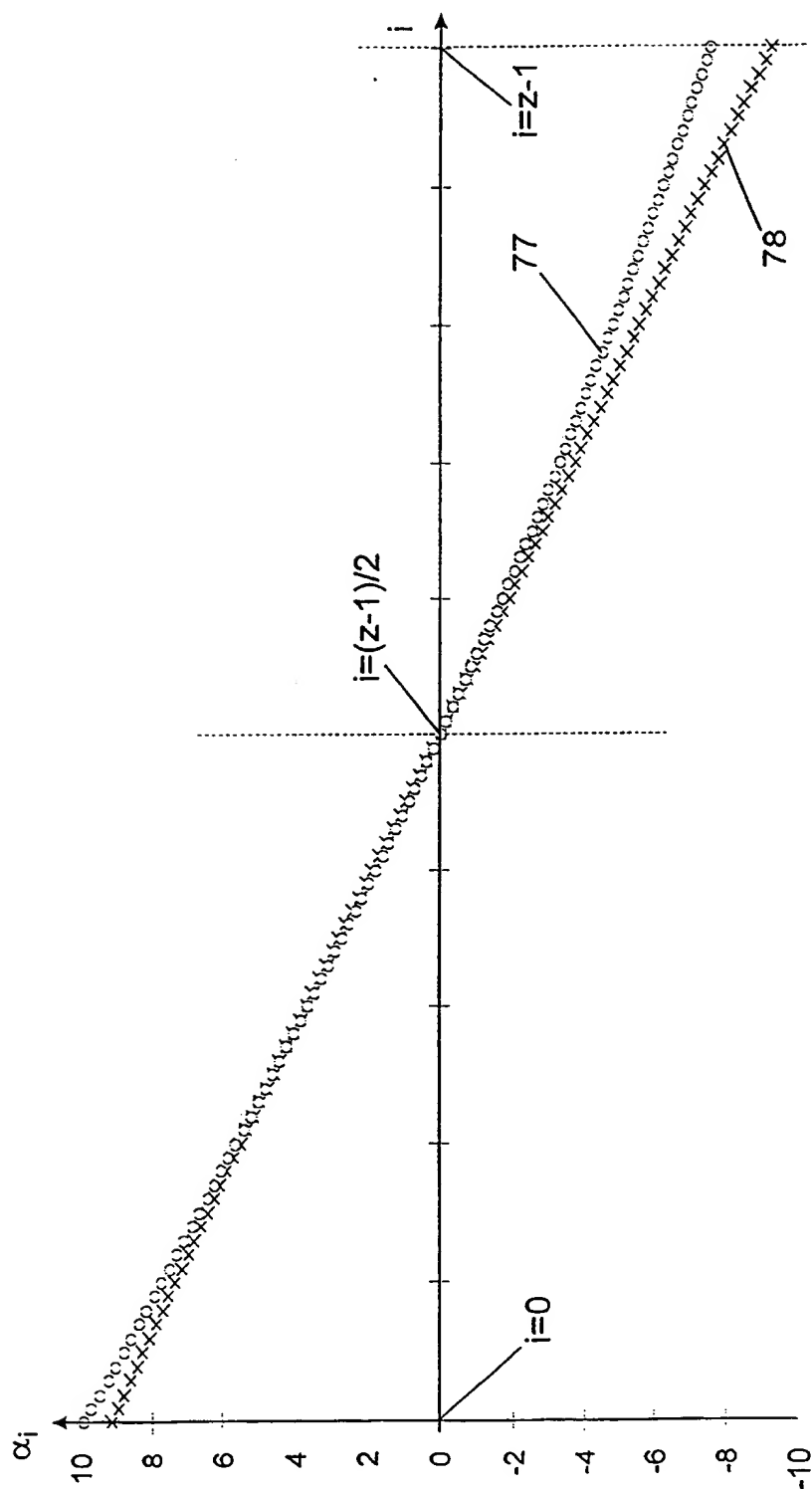


Fig. 16

13/19

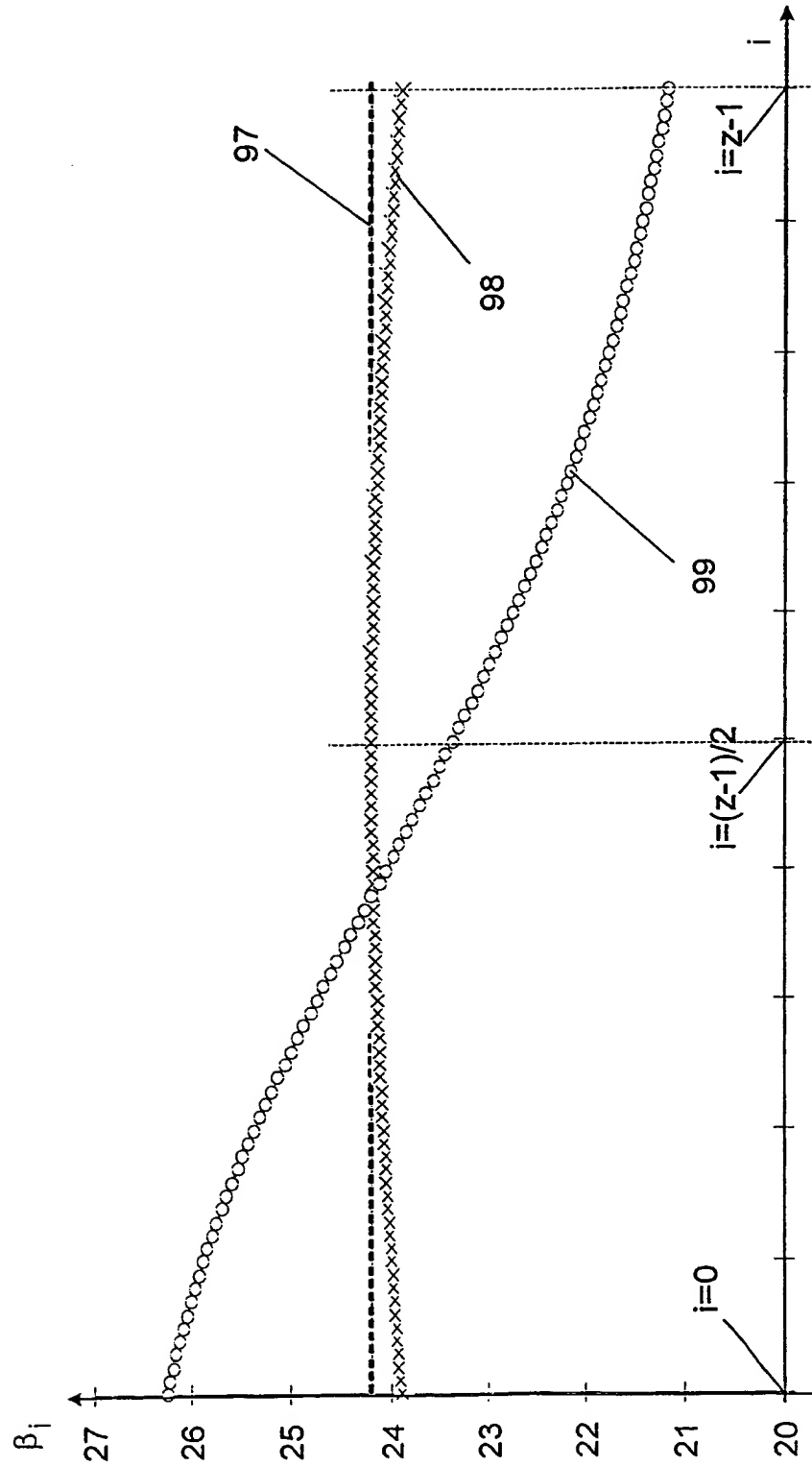


Fig. 17

14/19

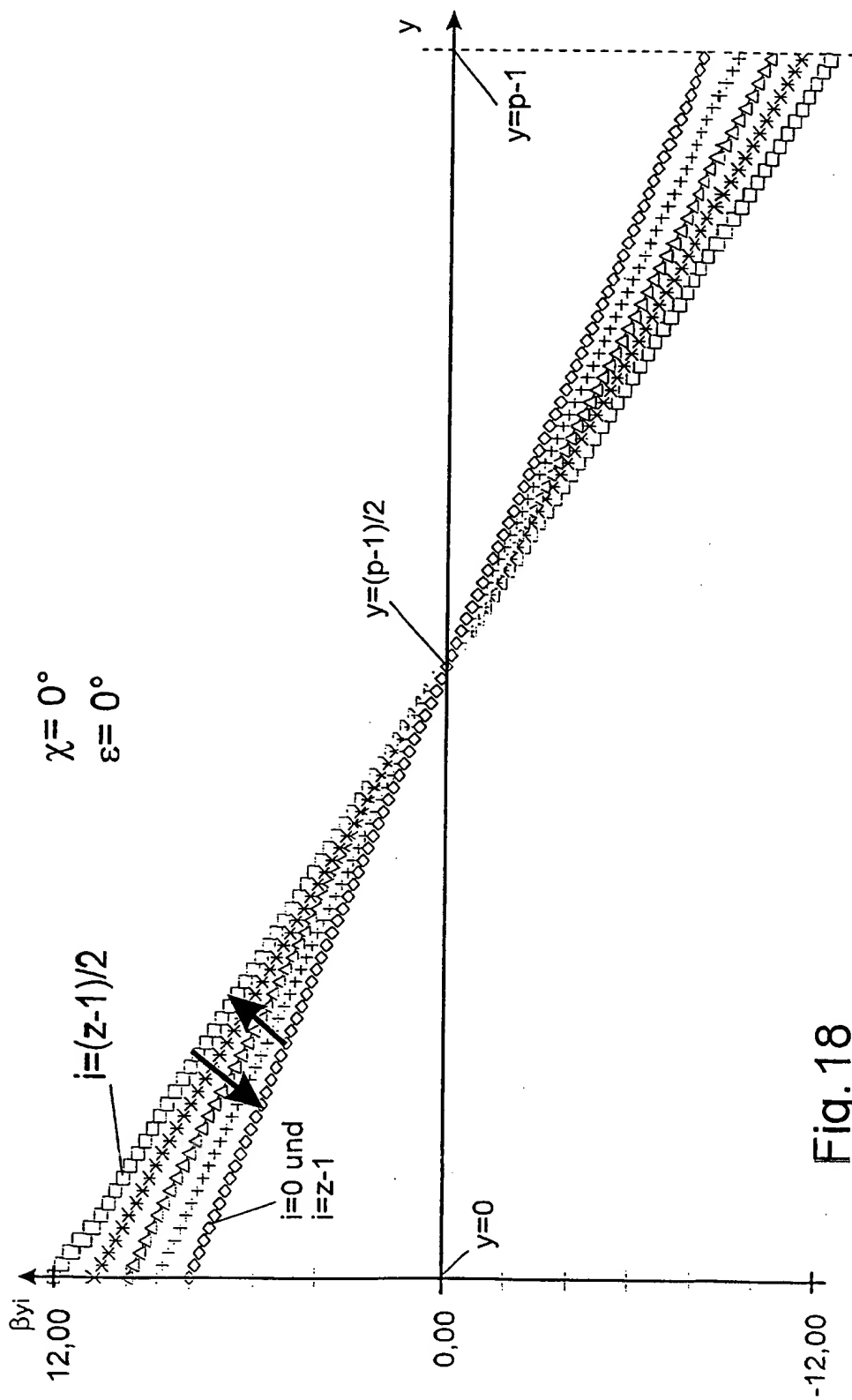
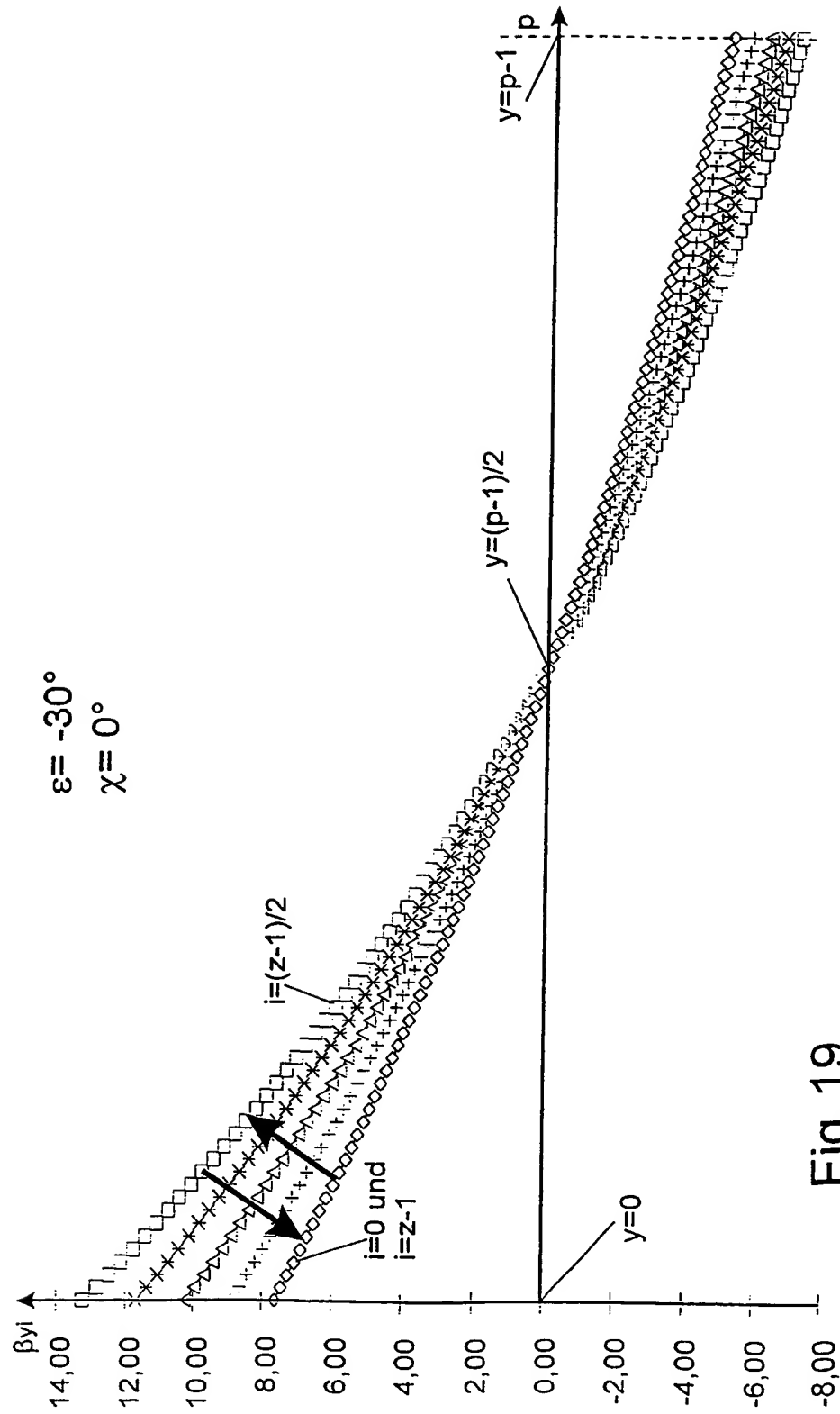


Fig. 18

15/19



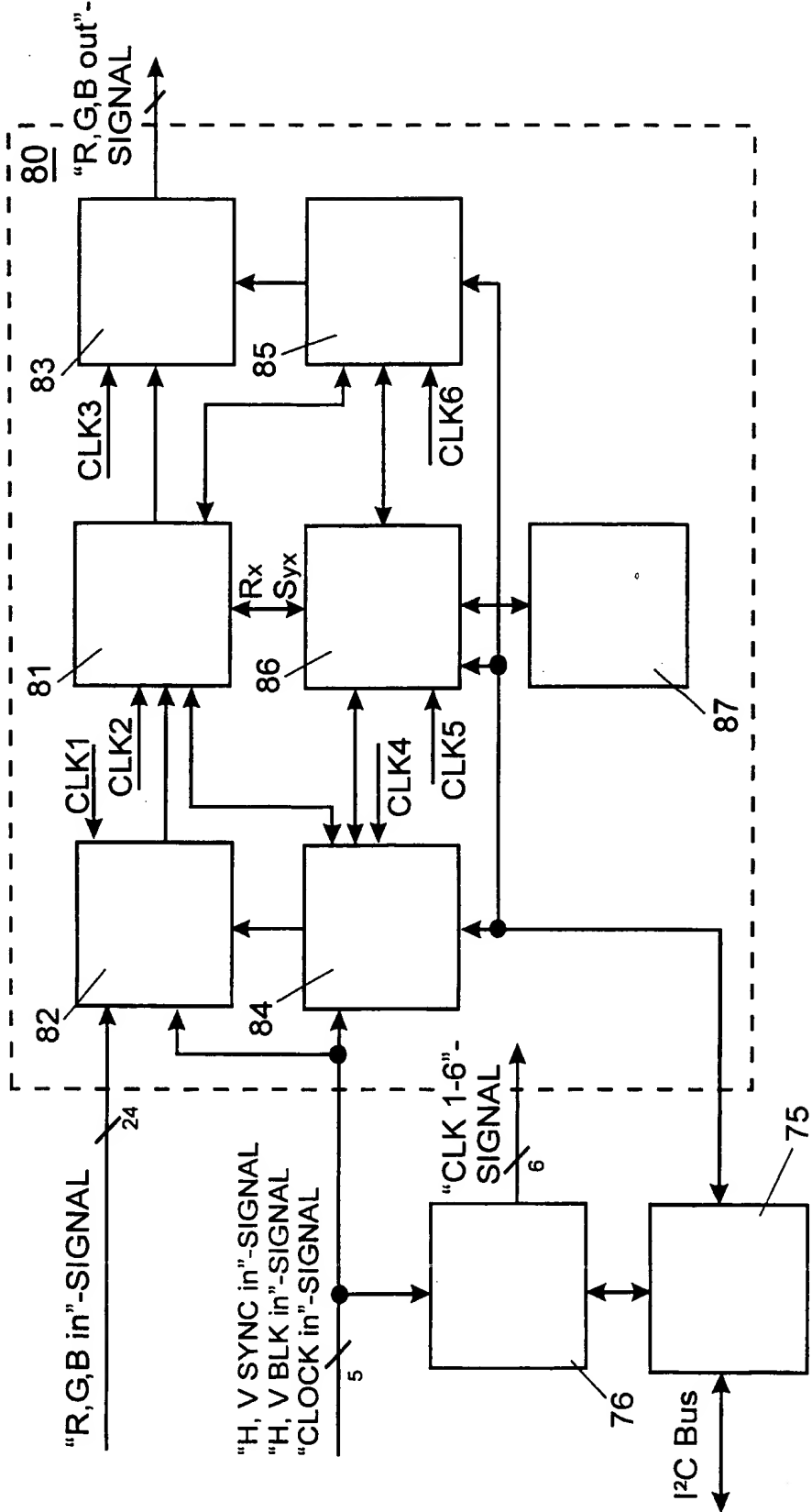


Fig. 20

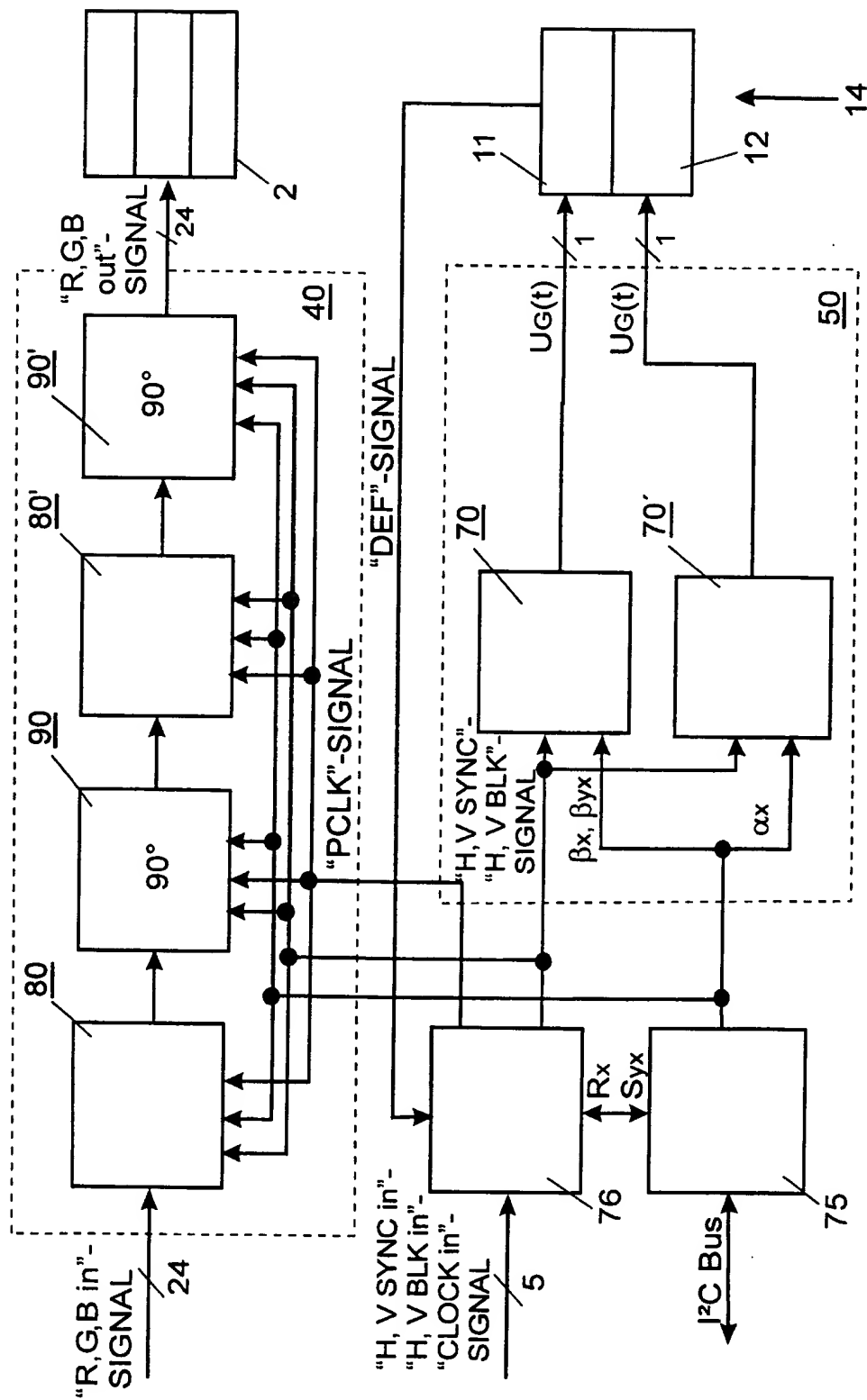


Fig. 21

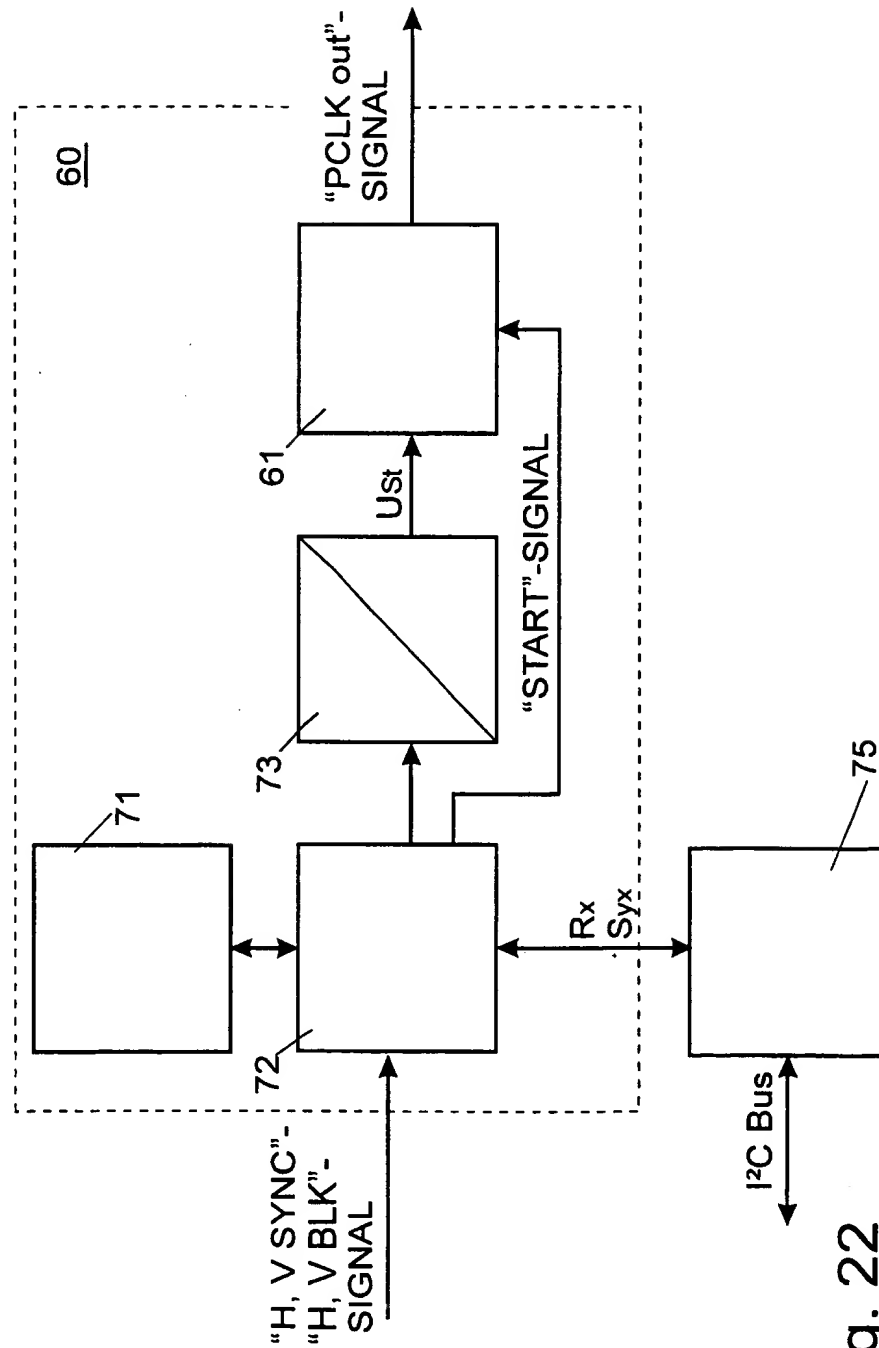


Fig. 22

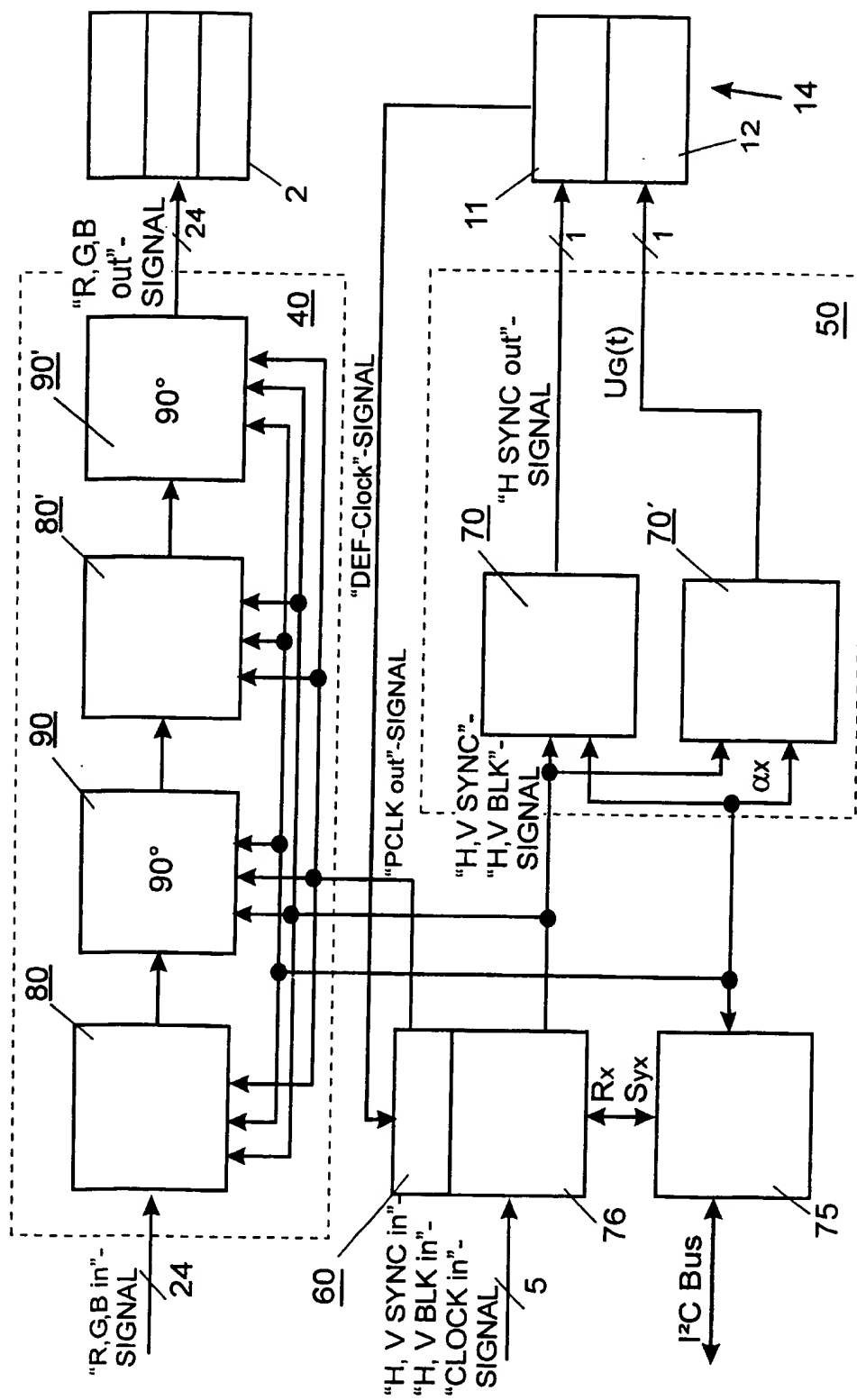


Fig. 23



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In tional Application No  
PCT/EP 98/05403

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 H04N5/74 H04N9/31

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 93 05609 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 18 March 1993 see page 15, line 1 - line 16 see page 18, line 27 - page 19, line 31 ---	1,8,19
A	DE 195 17 356 C (LDT GMBH & CO) 28 November 1996 see column 4, line 39 - line 48; figure 1 ---	1,8,19
A	EP O 110 282 A (TEKTRONIX INC) 13 June 1984 see page 9, line 6 - line 12; figure 8 ---	1,8,19
A	EP O 374 857 A (SONY CORP) 27 June 1990 see column 7, line 55 - column 8, line 49 ---	1,8,19
	---	
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 January 1999

Date of mailing of the international search report

13/01/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Bequet, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int tional Application No  
PCT/EP 98/05403

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 773 678 A (DAE WOO ELECTRONICS CO LTD) 14 May 1997 see column 10, line 20 - column 11, line 39; figures 3,4 -----	1,8,19

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/05403

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9305609 A	18-03-1993	US 5414521 A CA 2093817 A DE 69225958 D DE 69225958 T EP 0566704 A JP 6501606 T	09-05-1995 13-03-1993 23-07-1998 15-10-1998 27-10-1993 17-02-1994
DE 19517356 C	28-11-1996	BR 9606471 A CA 2192483 A WO 9636183 A EP 0770308 A JP 9511895 T US 5822022 A	23-12-1997 14-11-1996 14-11-1996 02-05-1997 25-11-1997 13-10-1998
EP 0110282 A	13-06-1984	CA 1231188 A JP 59105782 A US 4673986 A	05-01-1988 19-06-1984 16-06-1987
EP 0374857 A	27-06-1990	JP 3043706 A JP 2170108 A DE 68915974 D DE 68915974 T KR 9710277 B US 5140427 A	25-02-1991 29-06-1990 14-07-1994 22-09-1994 23-06-1997 18-08-1992
EP 0773678 A	14-05-1997	CN 1158536 A JP 9191441 A US 5795046 A	03-09-1997 22-07-1997 18-08-1998

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/05403

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 6 H04N5/74 H04N9/31

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 H04N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 93 05609 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 18. März 1993 siehe Seite 15, Zeile 1 - Zeile 16 siehe Seite 18, Zeile 27 - Seite 19, Zeile 31 ---	1,8,19
A	DE 195 17 356 C (LDT GMBH & CO) 28. November 1996 siehe Spalte 4, Zeile 39 - Zeile 48; Abbildung 1 ---	1,8,19
A	EP 0 110 282 A (TEKTRONIX INC) 13. Juni 1984 siehe Seite 9, Zeile 6 - Zeile 12; Abbildung 8 --- -/--	1,8,19

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Januar 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

13/01/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bequet, T

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In itionales Aktenzeichen  
PCT/EP 98/05403

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beiz. Anspruch Nr.
A	EP 0 374 857 A (SONY CORP) 27. Juni 1990 siehe Spalte 7, Zeile 55 - Spalte 8, Zeile 49 ----	1,8,19
A	EP 0 773 678 A (DAE WOO ELECTRONICS CO LTD) 14. Mai 1997 siehe Spalte 10, Zeile 20 - Spalte 11, Zeile 39; Abbildungen 3,4 -----	1,8,19

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/05403

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9305609 A	18-03-1993	US 5414521 A	09-05-1995
		CA 2093817 A	13-03-1993
		DE 69225958 D	23-07-1998
		DE 69225958 T	15-10-1998
		EP 0566704 A	27-10-1993
		JP 6501606 T	17-02-1994
DE 19517356 C	28-11-1996	BR 9606471 A	23-12-1997
		CA 2192483 A	14-11-1996
		WO 9636183 A	14-11-1996
		EP 0770308 A	02-05-1997
		JP 9511895 T	25-11-1997
		US 5822022 A	13-10-1998
EP 0110282 A	13-06-1984	CA 1231188 A	05-01-1988
		JP 59105782 A	19-06-1984
		US 4673986 A	16-06-1987
EP 0374857 A	27-06-1990	JP 3043706 A	25-02-1991
		JP 2170108 A	29-06-1990
		DE 68915974 D	14-07-1994
		DE 68915974 T	22-09-1994
		KR 9710277 B	23-06-1997
		US 5140427 A	18-08-1992
EP 0773678 A	14-05-1997	CN 1158536 A	03-09-1997
		JP 9191441 A	22-07-1997
		US 5795046 A	18-08-1998